DIE NATURWISSENSCHAFTEN

17. Jahrgang | 27. September 1929 | Heft 39

Ermittlung des Düngerbedarfs des Bodens.

Von J. KÖNIG, Münster i. W.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Landwirtschaftswissenschaft bildet die Lösung der Frage, welche und wieviel Nährstoffe dem Boden für eine Kulturpflanze zugeführt werden müssen, um den höchstmöglichen Ertrag zu erzielen.

Bei den landwirtschaftlichen Nutztieren sind wir schon lange gewohnt, je nach Tierart und Fütterungszweck (ob Mast, Milcherzeugung oder Arbeitsleistung) zweckentsprechende bzw. wirtschaftlich richtige Futtersätze zu berechnen, die nicht nur die nötige Menge, sondern auch das richtige Verhältnis der Nährstoffe zueinander enthalten. Freilich liegen die Verhältnisse für die Berechnung der nötigen Nährstoffe und ihres Verhältnisses zueinander bei dem Nutzvieh viel günstiger als bei den Kulturpflanzen, insofern als sich bei den Tieren die Mengen aller sichtbaren und unsichtbaren Einnahmen und Ausgaben, ihre Ausnutzung und ihre Wirkung auf Gewichtszunahme des Körpers, Erzeugung von Milch, Arbeitsleistung u. a. jederzeit leicht ermitteln lassen, auch insofern günstiger, als wir bei Bemessung der Nahrung für das Nutzvieh von Wind und Wetter, von Sonnenlicht und -wärme u. a. nicht so abhängig sind wie bei den Kulturpflanzen.

Bei den Kulturpflanzen werden ferner die Pflanzennährstoffe, sei es im Stalldünger, sei es in den künstlichen Düngemitteln, zunächst dem Boden einverleibt; sie erleiden hier eine teilweise Umsetzung und da außerdem der Boden selbst stets eine wechselnde Menge Nährstoffe von Hause aus enthält, so bleibt es fraglich, wieviel der Wirkung auf die zugeführte, wieviel auf die ursprünglich im Boden vorhandene Menge der Nährstoffe entfällt. Deshalb konnten die seit 80 Jahren (seit der Lehre v. LIEBIGS) zu tausenden angestellten üblichen Düngungsversuche die obige Aufgabe bis jetzt nicht lösen, weil dabei die im Boden selbst vorhandenen wirksamen Nährstoffe nicht mit berücksichtigt worden sind. Dadurch, daß man nach den üblichen Düngungsversuchen einem Boden verschiedene Mengen Nährstoffe in wechselndem Verhältnisse zuführt, erfährt man wohl, welche Nährstoffe und welches Nährstoffverhältnis auf dem betreffenden Boden und für die betreffende Frucht am günstigsten gewirkt haben, aber man erfährt nicht, ob die angewendete Menge und das angewendete Nährstoffverhältnis auch für andere Böden und eine andere Kulturpflanze eine gleiche Wirkung äußern wird. Dazu erfährt man das Ergebnis erst *nach* der Ernte, während der Landwirt *vor* der Aussaat wissen will, welche Nährstoffe und wieviel derselben er zur Erreichung einer tunlichst hohen Ernte anwenden muß.

Aus dem Grunde habe ich schon 1904 ein Verfahren vorgeschlagen[1], wie man nach vorheriger Ermittlung der leichtlöslichen, d. h. für die Pflanzen aufnehmbaren Nährstoffe des Bodens, als welche meistens nur Stickstoff, Phosphorsäure und Kali in Betracht kommen, berechnen kann, welche und wieviel davon dem Boden zur Erzielung einer guten Ernte zugeführt werden müssen. Dem Verfahren liegen folgende Erwägungen zugrunde:

1. Zur *Erzeugung einer bestimmten Menge Pflanzen-Trockensubstanz ist eine bestimmte Menge mineralischer Nährstoffe erforderlich*, die bei derselben Kulturpflanze unter den verschiedenen Bodenverhältnissen keinen wesentlichen Schwankungen unterworfen ist.

Man kann nach vielen neuen Untersuchungen z. B. annehmen, daß von den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, einerseits bei gleichen Mengen Ernte-Trockensubstanz, andererseits bei guten Mittelernten bzw. Vollernten für 1 ha im Durchschnitt folgende Nährstoffmengen aus dem Boden aufgenommen werden:

Kulturpflanze	Auf je 100 dz Ernte-Trockensubstanz Nährstoffe darin			Auf eine gute Mittelernte entfallen für 1 ha Nährstoffe			
	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Ernte-Trockensubstanz	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
	kg	kg	kg	dz	kg	kg	kg
Futterrüben . .	164	60	242	120	196	70	290
Kartoffeln . .	186	66	253	75	140	50	190
Getreidearten .	123	53	136	75	92	40	104

In gleicher Menge Trockensubstanz (100 dz) enthalten daher die Kartoffeln am meisten, die Getreidearten am wenigsten mineralische Nährstoffe. Weil aber die Rüben am schnellwüchsigsten sind und in der Wachstumszeit mehr Trockensubstanz (120—140 dz gegen je 75 dz bei Kartoffeln und Getreide) für 1 ha erzeugen, so ist bei ihnen der Gehalt guter Mittelernten an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali am höchsten. Die Rüben (Futter- wie Zuckerrüben) beanspruchen die größte Menge aufnehmbarer Nährstoffe im Boden, nutzen diese aber auch absolut wie prozentual am höchsten aus.

2. Aus den durch die *Normal-* bzw. *Vollernten* dem Boden *entzogenen Nährstoffe* läßt sich berechnen, wieviel hiervon auf je 1 kg *Boden* ent-

[1] Landw. Versuchsstat. 61, 371 (1905); vgl. auch J. CLEMENT, Bestimmung der für die Pflanzen aufnehmbaren Nährstoffe des Bodens. Inaugural-Dissertation Münster i. W. 1904.

fällt. Nimmt man die vorwiegend nährende Schicht des Ackerbodens zu 20 cm Tiefe (also zu 200 l für 1 qm oder 2000000 l je 1 ha) und das Volumengewicht des Bodens für 1 l zu durchschnittlich 1400 g an, so ergeben sich in der 20 cm tiefen Bodenschicht 2800000 kg Boden und entfallen für vorstehende Erntemengen je Hektar auf je 1 kg Boden folgende Mengen aufgenommener (ausnutzbarer) Nährstoffe:

Kulturpflanze	Stickstoff mg	Phosphorsäure mg	Kali mg
Futterrüben . . .	70	25	104
Kartoffeln	50	18	68
Getreidearten . . .	33	14	37

Würde man diese Mengen durch irgend ein Lösungsmittel oder auf sonstige Weise im Boden ohne Pflanzen bestimmen können, so wäre die Frage gelöst. Aber das ist kaum zu erwarten. Zwar haben verschiedene in Gemeinschaft mit J. HASENBÄUMER angestellte Versuche gezeigt, daß die durch Behandlung von 500 g Boden mit 5 l Wasser 5 Stunden bei 5 at Überdruck *gelöste Menge Kali* in vielen Fällen mit den von den Pflanzen aufgenommenen Mengen Kali übereinstimmte, aber das Verfahren versagt für Stickstoff und Phosphorsäure ganz. Auch das von H. NEUBAUER ausgebildete *Keimverfahren*, nämlich besonders gut ausgebildeten Roggensamen in nur wenig Boden keimen und 17 Tage wachsen zu lassen, wovon man am ersten eine Lösung der Frage erwarten sollte, liefert größere Mengen aus dem Boden aufgenommener Phosphorsäure und Kali, als die Roggenpflanze unter normalen Verhältnissen während der ganzen Wachstumszeit verbraucht.

Andererseits wird man aus der Höhe der Ernte, der Menge der aufgenommenen Mineralstoffe und dem Verhältnis der letzteren zueinander Rückschlüsse auf den Vorrat an aufnehmbaren Bodennährstoffen ziehen können, ob es überhaupt an Nährstoffen und an welchen es gefehlt hat, worauf schon vielfach hingewiesen worden ist. Aber man erfährt hierdurch, ebenso durch Gefäßversuche im kleinen — auch den von A. MITSCHERLICH unter Anwendung des Wirkungsgesetzes der Wachstumsfaktoren —, wie schon gesagt, die Ergebnisse erst *nach* der Ernte, während der Landwirt *vor* der Bestellung bzw. Aussaat wissen will, welche und wie viel der obigen Nährstoffe er dem Boden zuführen muß, um eine Vollernte zu erzielen.

3. Aus dem Grunde wurde ein anderer Weg beschritten, dahingehend, daß die Menge der *leicht löslichen, von den Pflanzen aufnehmbaren Nährstoffe* (Stickstoff, Phosphorsäure und Kali) des Bodens bestimmt und in Beziehung zu der von den Pflanzen wirklich aufgenommenen Menge Nährstoffe gebracht wurde. Als solche geeigneten *Lösungsmittel* sind verschiedene vorgeschlagen, wie kohlensäurehaltiges Wasser, sehr verdünnte (0,5—1,5proz.) Salzsäure, Salpetersäure, Oxalsäure, Essigsäure, 2proz. Ammoniumcitratlösung, Ammoniumchloridlösung verschiedener Konzentration u. a. Ich habe als *Lösungsmittel* eine 1proz. *Citronensäurelösung* gewählt, weil sie nach Versuchen von B. DYER[1] der mittleren Acidität von etwa 100 Pflanzen aus 20 verschiedenen Familien entspricht und daher gleichsam als *physiologisches Lösungsmittel* angesehen werden kann; denn die Nährstoffaufnahme aus dem Boden beruht, wie angenommen wird, unter Ausscheidung saurer Wurzelsäfte auf Ionenaustausch.

Jahrelange Untersuchungen in Gemeinschaft mit J. HASENBÄUMER und verschiedenen Mitarbeitern haben ergeben, daß dieses Lösungsmittel[2] sich auf alle Böden — mit Ausnahme von Kalkböden, die mehr als 2% Calciumcarbonat enthalten, — gleichwirkend verhält und auch geringe Unterschiede im Gehalt zum Ausdruck bringt. So wurden im Mittel von 6 verschiedenen Böden vor und nach dem Anbau von Rüben (1. Jahr) und Roggen (2. Jahr) durch 1proz. Kaliumsulfatlösung Stickstoff und durch 1proz. Citronensäure Phosphorsäure und Kali für je 1 kg Boden gelöst:

Zeit der Probenahme		Stickstoff mg	Phosphorsäure mg	Kali mg
Vor dem Anbau		91,0	317,0	264,0
Nach dem Anbau	Rüben	44,0	315,0	185,0
	Roggen	40,0	315,0	121,0

Hier hat die Phosphorsäure nach dem Ernten von Rüben und Roggen keine regelmäßige, überhaupt keine nennenswerte Abnahme erfahren, wie der Stickstoff und das Kali. Das hat aber seinen natürlichen Grund darin, daß die Pflanzen selbst bei vorhandenen größeren leicht löslichen Mengen erheblich weniger Phosphorsäure aufnehmen als Stickstoff und Kali; der Bedarf an Stickstoff ist rund $2^1/_2$mal, der an Kali rund 5mal höher als der an Phosphorsäure. Letztere beiden Nährstoffe nehmen auch in dem Verhältnis des Bedarfs der Pflanzen ab; die Abnahme ist bei der anspruchsvolleren Rübe stärker als bei dem weniger bedürftigen Roggen. In vielen anderen Fällen konnte aber auch bei Phosphorsäure eine entsprechende Abnahme wie bei Stickstoff und Kali festgestellt werden, ein Beweis, daß die Pflanzen vorwiegend aus dem Vorrat an leicht löslichen Nährstoffen ihren Bedarf decken.

Aus vielen bisherigen Versuchen glauben wir den Schluß ziehen zu dürfen, daß der Vorrat eines Bodens an aufnehmbaren Nährstoffen zur Erzielung einer guten Mittel- bzw. Vollernte als ausreichend angesehen werden kann, wenn der Boden unter Voraussetzung sonstiger normaler

[1] Zbl. f. Agrikultur-Chemie **23**, 799 (1894). Die Bestimmung der Bodenphosphorsäure durch 1 bzw. 2proz. Citronensäurelösung war schon früher von M. GERLACH vorgeschlagen worden.

[2] Für die Bestimmung des leichtlöslichen Stickstoffes wurde später statt der 1proz. Citronensäure eine 1proz. Kaliumsulfatlösung angewendet, weil sie sich bei gleicher lösenden Wirkung besser nach KJELDAHL auf Stickstoffgehalt untersuchen läßt.

Eigenschaften folgende durch 1proz. Citronensäure- (bzw. für Stickstoff auch durch 1proz. Kaliumsulfat-)Lösung lösliche Mengen Nährstoffe für 1 kg in der 20 cm tiefen Bodenschicht enthält, nämlich:

Stickstoff . . . . . 140—150 mg
Phosphorsäure . . . . 240—250 mg
Kali . . . . . 150—160 mg

daß es aber, wenn dieser Gehalt nicht erreicht wird, sich empfiehlt, die fehlende Menge unter Berücksichtigung der örtlichen Bodenverhältnisse und der anzubauenden Kulturpflanze durch die Düngung zu der angegebenen Höhe zu ergänzen.

4. Um im Falle eines *Mindergehaltes* des *Bodens* die *zu ergänzende Menge* der Nährstoffe berechnen zu können, muß man auch die Höhe der *Ausnutzung der leichtlöslichen Bodennährstoffe* seitens der einzelnen Kulturpflanzen, die sog. *Ausnützungskoeffizienten*, kennen. Die Art der Ermittlung derselben ist an sich einfach. Wenn von einem vor der Aussaat auf leichtlösliche Nährstoffe untersuchten Boden eine gute Mittelernte bzw. *Vollernte*[1] erzielt ist, wenn man also voraussetzen kann, daß der Boden genügende aufnehmbare mineralische Nährstoffe enthalten hat, so stellt man die Höhe der Ernte fest, untersucht diese auf den Gehalt an Nährstoffen, vergleicht letztere Mengen mit der im Boden vorhandenen Menge leichtlöslicher Nährstoffe und berechnet daraus die prozentuale Ausnutzung. So wurden auf 6 verschiedenen Bodenarten bei *Hafer*, der auf Rüben und Roggen folgend, die nötige Ergänzung an Nährstoffen erhalten hatte, folgende Ergebnisse im Mittel der 6 Böden erhalten:

a) Volumen(1 l-)gewicht u. Gehalt des Bodens an leicht löslichen Nährstoffen für 1 kg:

Volumengewicht von 1 l	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
1,389 kg	132 mg	341 mg	160 mg

b) Ernte und ihr Gehalt an Nährstoffen:

Ernteteile	Ernte an Trockensubstanz für 1 a in kg oder 1 ha in dz	Prozentualer Gehalt: Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Absolute Menge für 1 a in kg oder für 1 ha in dz: Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
Körner	27,69	2,182	0,983	0,674	0,975	0,499	1,499
Stroh	52,46	0,781	0,442	2,514			

c) Hiernach berechnet sich folgende prozentuale Ausnutzung der leichtlöslichen Bodennährstoffe:

Von 1 a in kg oder 1 ha in dz	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
Im Boden bis 20 cm Tiefe vorhanden	3,600	9,768	4,973
Von Hafer aufgenommen	0,977	0,499	1,499
Also ausgenutzt in Prozenten	27,3	5,8	33,8

Auf Grund vieler sonstigen, in Gemeinschaft mit J. HASENBÄUMER durchgeführten Versuche können für die *prozentuale Ausnutzung der leichtlöslichen Nährstoffe* des Bodens durch die Kulturpflanzen vorläufig folgende Mittelwerte angenommen werden:

Kulturpflanze	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
Futterrüben	50%	10%	64%
Kartoffeln	35%	7%	43%
Getreidearten . . .	24%	6%	25%

Die Futter- (und auch Zucker-) Rüben als die anspruchsvollsten Kulturpflanzen nutzen die Nährstoffe des Bodens höher aus als die Kartoffeln und diese wieder höher als die Getreidearten. Daraus erklärt es sich, daß die erforderlichen Mengen an leichtlöslichen Nährstoffen für 1 kg Boden nicht in dem Maße voneinander abweichen wie die Bedarfswerte für die einzelnen Früchte.

Diese Beziehungen treten auch auf den verschiedensten Kulturböden auf, woraus geschlossen werden kann, daß nach bisherigen hiesigen Erfahrungen die obigen Grundwerte, d. h. der erforderliche Gehalt an leicht löslichen Nährstoffen, für alle Böden Gültigkeit haben.

5. Ebenso wie die Menge und Ausnutzung der leichtlöslichen Bodennährstoffe, müssen zur Berechnung des Düngerbedarfs im Boden auch die Ausnutzungskoeffizienten der Nährstoffe

a) von *Stalldünger*,

b) von den *künstlichen Düngemitteln* bekannt sein.

Hierfür liegen bis jetzt nur spärliche und nur mehr oder weniger Schätzungswerte vor. Nach bisherigen Angaben können folgende prozentuale Ausnutzungskoeffizienten angenommen werden:

		Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
a) Stalldünger	1. Jahr	20%	15%	33%
	2. Jahr	10%	10%	25%
b) Künstliche Düngemittel		85%	25%	70%

Wenn ferner für den Gehalt eines mittelmäßigen Stalldüngers

Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
0,5%	0,23%	0,6%

angenommen werden, so sind ausnutzbare Nährstoffe in 1 dz = 100 kg rund vorhanden:

a) Stalldünger	1. Jahr	0,1 kg	0,035 kg	0,2 kg
	2. Jahr	0,05 „	0,023 „	0,15 „

b) Künstliche Düngemittel je 1 dz = 100 kg.

Gehalt in 100 kg	*Stickstoffdünger*: Ammonsulfat	Natronsalpeter	*Phosphate*: Thomasmehl oder Superphosphat	Rhenaniaphosphat	*Kalisalze*: 40 prozentig.	Kainit
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Gesamt-Ausnutzbar	20[1]	15[1]	15—16[1]	24[2]	40[1]	12—15[1]
	17	13	4	6	28	9

$$1\ \frac{20 \times 85}{100} = 17; \qquad \frac{15 \times 85}{100} = 13;$$

$$\frac{15 \text{ bis } 16 \times 25}{100} = \text{rund } 4; \qquad \frac{40 \times 70}{100} = 28;$$

$$\frac{12 \text{ bis } 15 \times 70}{100} = \text{rund } 9.$$

[1] Bei *Fehlernten* hat es keinen Zweck, die weitere Untersuchung vorzunehmen, weil eine Fehlernte durch ungünstige Witterung oder durch Pflanzenschädlinge, auch durch Mangel an Nährstoffen mit hervorgerufen sein kann, also auch keine richtigen Werte für die prozentuale Ausnutzung der Nährstoffe zu liefern vermag.

[2] *Rhenaniaphosphat* enthält in letzter Zeit durchweg

6. Die Mengen an zuzuführenden Nährstoffen lassen sich unter Zugrundelegung der vorstehenden Werte bei Mindergehalt eines Bodens an leichtlöslichen Nährstoffen wie folgt berechnen:

Wenn zur Erzielung von guten Vollernten für 1 kg Boden Nährstoffe:

	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
Erforderlich sind	140 mg	250 mg	160 mg
aber nur vorhanden sind	110 mg	210 mg	120 mg

so ergibt sich folgender Gang der Berechnung:

a) Für 1 kg *Boden leichtlösliche* Nährstoffe:

Es werden verlangt bzw. sind gefunden	Futter- u. (Zucker-)Rüben			Kartoffeln[1]	Getreide[1]
	Stickstoff mg	Phosphorsäure mg	Kali mg	Stickstoff mg	Stickstoff mg
Verlangt	140	250	160	140	140
Gefunden	110	210	120	110	110

b) Für 1 kg *Boden ausnutzbare* Nährstoffe:

Verlangt	70	25	102	50	34
Gefunden	55	21	72	39	26

c) Für 1 ha ausnutzbare Nährstoffe:

	kg	kg	kg	kg	kg
Verlangt	196	70	290	140	95
Gefunden	154	59	216	109	73
Es fehlen	42	11	74	36	29

d) Diese Fehlbeträge werden gedeckt durch eine Düngung mit:

kg	kg	kg	kg	kg
320 Salpeter	270 Thomasmehl	260 Kalisalz	180 Ammonsulfat	130 Ammonsulfat

Wenn der Fehlbetrag statt durch künstliche Mineraldünger durch Stalldünger gedeckt werden soll und etwa 200—300 dz für 1 ha verfügbar sind, so können hierin folgende Mengen ausnutzbare Nährstoffe angenommen werden:

	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
200 dz Stalldünger	20 kg	7 kg	40 kg
300 „ „	30 „	11 „	60 „

Hiernach würden die fehlenden Nährstoffe für Getreide schon durch 200 dz, für Kartoffeln auch durch 300 dz Stalldünger gedeckt werden, während für Rüben noch 12 kg Stickstoff (oder rund 100 kg Natronsalpeter) und 17 kg Kali (oder rund 60 kg 40proz. Kalisalz) je 1 ha zugeführt werden müßten.

Um die jedesmaligen Berechnungen zu ersparen, habe ich in einer kleinen Schrift[1] Tabellen entworfen, aus denen je nach dem Gehalt des Bodens an leichtlöslichen Nährstoffen der erforderliche Düngerbedarf direkt abgelesen werden kann.

Freilich können diese Werte noch nicht als allgemein gültig angesehen werden, sondern bedürfen noch einer vielseitigen Nachprüfung unter den verschiedensten wirtschaftlichen, klimatischen und Bodenverhältnissen. Aber sie dürften sich nach bisherigen hiesigen Erfahrungen von der Richtigkeit nicht sehr weit entfernen und als *Anhalt* dienen können, um sich hiervon schnell und einfach zu überzeugen und zu immer richtigeren Grundwerten zu gelangen.

Man untersuche einen normalen Boden, der nicht an Säure und Untergrundwasser leidet, genau nach dem angegebenen Verfahren auf leichtlösliche Nährstoffe, ergänze diese bei einem Mindergehalt nach den vorstehenden Angaben, bestelle mit der betreffenden Kulturpflanze, ermittele den Ernteertrag und in diesem die Menge der aufgenommenen Nährstoffe. Entspricht die Ernte einer Vollernte und stellt sich in dieser auch eine nahezu gleiche Nährstoffmenge und dasselbe Verhältnis der Nährstoffe zu einander wie oben heraus, so kann mit der vorgenommenen Düngung fortgefahren werden. Treffen diese Ergebnisse nicht zu, so wird man aus dem Ernteertrage, der Menge, Leistung und dem Verhältnis der aufgenommenen Nährstoffe zueinander schon schließen können, ob es überhaupt an Nährstoffen bzw. an welchem Nährstoffe es gefehlt hat, und wie man weiterhin die Düngung einrichten soll.

Vielleicht wird man auch noch auf andere Weise je nach den örtlichen Verhältnissen oder durch andere *Lösungsmittel* zu richtigen Düngungsvorschriften gelangen können. Jedenfalls aber muß hierfür stets der *verfügbare Bodenvorrat* mit berücksichtigt werden, und da dürften die Verfahren, welche dieses bei gleicher Genauigkeit auf möglichst einfache Weise, auch noch kurz vor der Bestellung ermöglichen, den Vorzug verdienen.

22—26% citratlösliche Phosphorsäure, bei ihm würden sich daher rund 6% ausnutzbare Phosphorsäure berechnen.

[1] Bei Kartoffeln und Getreidearten wird hier nur die Berechnung für *Stickstoff* durchgeführt, um die Unterschiede im Bedarf der drei Früchte bei gleichem Gehalt des Bodens an leicht löslichem Stickstoff zu zeigen; für *Phosphorsäure* und *Kali* ergeben sich gleichartige Beziehungen.

[1] Vgl. J. KÖNIG, Ermittlung des Düngerbedarfs des Bodens. Berlin: Paul Parey 1929.

Seebälle als Scheingerölle.

Von ERICH WASMUND, Langenargen am Bodensee.

Seebälle sind rundliche Gebilde pflanzlicher oder tierischer Herkunft, sie können als lebendige Einheit so gewachsen, als eigentümliche Sedimentations- oder Fossilisationsform irgendwie zusammengeschwemmter Teile so geformt und schließlich im Magen der Wiederkäuer oder Vögel vorgebildet sein. Auch diese letzte Form kann, wie hier am Bodensee in den Streuwiesen, nachträglich ins Wasser geraten, an das die Entstehung der beiden ersten Typen immer gebunden ist.

Man hat die beiden ersten als „echte" und „unechte" Seebälle unterschieden. Die echten werden durchweg von einigen Grünalgenarten gebildet und haben dann radial-strahligen Aufbau, während die

anderen hydromechanischer Herkunft sind, aus einheitlichem oder auch bunt zusammengetriebenem haar- und faserartigem Tier- und Pflanzenmaterial bestehen und gelegentlich konzentrisch-schalige, meist aber wirr verflochtene Struktur besitzen. Man findet die Seebälle an Meeresküsten und Binnenseeufern aller Landstriche, je nachdem tragen sie zahlreiche Namen, wie Seeknödel, Faserbälle, Seekugeln, Pelotes marines, Pelotes fibreuses, ballas de ley (rhätoromanisch), Meerpillen, Katischi (russ.) = Gerölle; in den alten Pharmakopöen sind sie wegen ihres Jodgehaltes als Bezoarsteine oder Aegagropilae, als Heilmittel „wider die Kröpffe", gegen Zahnbeschwerden und Hautkrankheiten aufgeführt. In der Pharmakognosie spielen sie als solche seit maurischen Zeiten eine große Rolle, und trotz ihrer so sehr verschiedenen Bildungsweise und Herkunft steckt in ihrem gemeinsamen Namen Ägagropilen ein rechter Sinn analoger Bildungsweise. LINNÉ nannte 1763 eine ballenartig wachsende Ostseebrackwasseralge *Conferva aegagropila* und dachte bei der Wahl des Artnamens an die Ballen in den Eingeweiden der in Vorderasien und Griechenland lebenden Bezoarziege (*Capra aegagrus*), deren „Magensteine" übrigens von den kompakten Faserhaarballen auch unserer Wiederkäuer nicht abweichen. Der Artname wurde später zum Gattungsnamen für ballenbildende Cladophoren, doch hat man den Eindruck, daß außer der Wuchsform wenig stichhaltige botanische Gründe für diese Artbenennung vorliegen. Die Frage, ob Anpassungstyp oder Organisationstyp, ist durch den Nachweis genetischen Zusammenhanges mit anderen physiognomischen Formen entschieden. Nun sehen diese Erzeugnisse der Bewegung des freien Wassers oder der Eingeweide sich nicht nur äußerlich ähnlich, sondern verdanken ihr Dasein auch ähnlichen mechanischen Vorgängen, die formgeeignete organische Gebilde wahllos nach Herkunft zu einer, weil relativ seltenen, auffallenden Einheit zusammenbacken. Die sog. echten Seebälle, aus kugelig wachsenden Grünalgenkolonien, wie Conferven, Cladophoren usw., bestehend, sind wohl nicht nur seltener, sondern auch unbeständiger. Da man jenen Begriff beliebig weit fassen kann und vergängliche Gallertalgenklumpen, wie *Nostoc*, mikroskopische Kugelflagellatenkolonien, wie *Volvox* u. a. m., auch schon unter die echten Seebälle einbegriffen hat, so sollte man diese Unterscheidung in echt und unecht fallen lassen und jene letzten Formen nur als „gewachsene" unterscheiden. Das um so mehr, wenn zugegeben wird, daß bei den echten oder gewachsenen Seebällen für die Größenzunahme außer vegetativem Wachstum aus inneren Kräften des Organismus „auch das bewegte Wasser als gestaltenbildender Faktor in Betracht" kommt (vgl. [1]).

Über alle diese Dinge unterrichtet vorzüglich die zusammenfassende Arbeit von B. SCHRÖDER[1]. POTONIÉ[1] und ANDRÉE[2] haben die bisher bekannten marinen Vorkommnisse zusammengestellt, und neuerdings hat sich E. MORTON[3] verschiedentlich mit den entsprechenden limnischen Gebilden beschäftigt und auch neue Funde veröffentlicht. Die nicht geringe Literatur findet sich ziemlich vollständig in diesen Arbeiten, um so verdienstvoller, als die Funde doch recht selten sind und deshalb die Publikationen zerstreut und zum Teil zurückliegen. Wir verweisen also auf diese Angaben und zitieren der Vollständigkeit halber nur einige den genannten Autoren entgangene oder neuere Veröffentlichungen.

Am Bodensee hat man bisher, soweit aus der Literatur zu ersehen, keine Seebälle gefunden. Hingegen hat H. POTONIÉ zwei Seebälle aus Holzwolle publiziert, die von KIRCHNER am Bodensee gefunden wurden. Da man die Gebilde kaum noch als Seebälle auffassen kann (vgl. unten), hat der Finder augenscheinlich trotz gegebenen Ortes[4] (vgl. die Abb. über Scheingerölle) nichts darüber veröffentlicht; schließlich ist ein im Wasser aufgequollener Holzwollklumpen fast von selbst ein Seeball und in Aufbau und Konsistenz nicht problematisch. Verf. hat in 4 Jahren häufigerer Strandbegehungen erst im dritten Jahr einen, im nächsten gleich vier untereinander verschiedene Typen gefunden, sie werden hier mit einigen früheren Funden aus Rußland vorgelegt.

Die hydrogeologische Bedeutung der Seebälle scheint gering. Aber es wäre unrecht, sie abseits zum Kapitel der Unica und Naturspiele zu stellen, denn sie stellen wegen ihrer so verschiedenartig erklärten Entstehung Fragen, deren Klärung auch auf andere Dinge im Bereich der allgemeinen Geologie und Limnologie ein Licht wirft. Besonders werden bestimmte Bewegungen des Wassers zur Erklärung der verflochtenen und haltbaren Struktur und ihrer regelmäßigen Außenform herangezogen, die zuweilen mehr im Banne der alten Heilbedeutung ersonnen als wirklich beobachtet zu sein scheinen. Die Aussicht, zu einer ebenso einfachen wie umfassenden Lösung der Entstehung dieser Gebilde organischen Inhalts mit anorganischer Formgebung zu kommen, wird wohl am größten, wenn man sie biologisch als Konvergenzerscheinungen analoger Milieubedingungen betrachtet. Viel weniger die Seebälle als solche, wesentlich mehr die Klärung ihrer Bildkräfte scheinen der wissenschaftlichen Fragestellung wert. Es ist wohl zuzugeben, daß mancher Autor mehr von der Eigentümlichkeit gefesselt war, eine bloße Summe, ein augenscheinlich zufällig vereintes Aggregat vor sich zu sehen,

[1] B. SCHRÖDER, Über Seebälle. Naturwiss. **8**, H. 41 (1920).

[1] H. POTONIÉ, Lehmgerölle und Seebälle. Naturwiss. Wschr. N.F. **5** (1906).

[2] K. ANDRÉE, Geologie des Meeresbodens **2**. Leipzig 1920.

[3] E. MORTON, Über Seebälle aus Lärchennadeln und ähnliche Bildungen. Die Natur, Folge 5. Wien 1926.

[4] C. SCHRÖTER und O. KIRCHNER, Die Vegetation des Bodensees. Bodenseeforschg. **9**, 1 (1896), 2 (1902). Lindau i. B.

das doch scheinbar eine Gestalt, ein Ganzes von Kräften erhalten hatte, die man unter diesem Eindruck geneigt war, „ägagropilozentrisch" und nicht völlig äußerlich zu erklären.

Beschreiben wir zunächst die neuen Funde, um dann diese Frage zu diskutieren. Von jedem Seeball werden Größe, Gewicht, Farbe, Form, Bestandteile, Bauart, Verfestigung, Fundort, Bildungsort und Bildungsart angegeben; in gegebenen Fällen mit gleichen Funden anderwärts verglichen.

Der *Haar-Seeball* (Fig. 1) wurde VII. 1928 in den Eriskircher Schilfwiesen am württembergischen

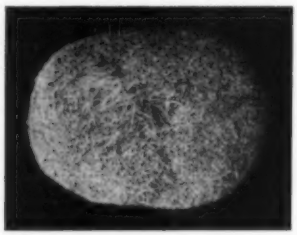

Fig. 1. Haar-Seeball, Eriskircher Schilfwiesen am Obersee (Bodensee).

Seeufer gefunden. Auf der rechten Seite der Schussen zwischen Friedrichshafen und Langenargen liegt ein Phragmitetum von mehreren Quadratkilometern Ausdehnung. Die Seekugel, von hellbrauner Farbe, mißt 4,5 : 3,5 : 2 cm, wiegt 4 g und hat eine abgeplattet ovoide Form. Der Seeball ist ausschließlich aus Tierhaaren zusammengesetzt, die dünn und kurz, ungemein innig verflochten sind, das Ganze hat das Aussehen und die Festigkeit eines Bierfilzes. Die Haare streben überall mehr oder weniger radial nach außen, mit Ausnahme einer Stelle oben (vgl. Fig. 1), wo sie mehr horizontal und auch lockerer liegen. Man hat da den Eindruck einer noch nicht ganz fertigen Baustelle. Die Verfestigung ist wenigstens nach dem jetzigen Befund ausschließlich durch den Halt der sich umeinanderwindenden Härchen erreicht, ein anderes Bindemittel ist nicht vorhanden, nach Aussehen und Gewicht auch nicht zu erwarten. Der Fundort lag im wenige Zentimeter flachen Wasser, das vom See her in der Nähe der Schussenmündung das übermannshohe Röhricht überflutet. Landwärts schließen sich hier Riedwiesen an.

Ob Bildungsort und Bildungsart mit diesem Fundort viel gemein haben, scheint hier leicht zu entscheiden. Das Wasser hat auf jeden Fall den Seeball vielleicht noch in anderer Form hierher gebracht, wie die massenhaft dabei umherliegenden ebenfalls schön abgerollten Treibhölzer auch. Oder es hat den Seeball hier — angenommen, es sei der Bildungsort — erreicht, und Gelegenheit gehabt, ihn zu formen, besser, zu deformieren. Schließlich könnte das Material dem Wasser selbst entstammen, aber wenn wir auch zugeben, daß sich Tierhaare aus Fellen ersäufter Tiere oder aus in den See geschwemmten Textilabfallstoffen an irgendeiner Stelle des Flachstrandes ansammeln können, läßt sich eine Wasserbewegung, die Haare zu dieser Festigkeit verfilzt, meines Erachtens nicht vorstellen. Nun fand sich im Institut für Seenforschung zu Langenargen eine Kugel von etwa gleicher Größe und regelmäßiger Kugelgestalt, außen von harter dunkelbrauner Kruste umgeben, die ebenfalls vor Jahren in den Eriskircher Schilfwiesen gefunden worden war. Die Durchsägung ergab, daß das ganze Innere vom selben Haarfilz wie unser Seeball erfüllt war. Es handelt sich hier zweifellos um ein Produkt des Wiederkäuermagens, noch in intakter Form, das vielleicht die Schussen bei Hochwasser herabgebracht hatte. Außerdem stehen die anschließenden Riedwiesen gegen das Dorf zu gelegentlich unter Weidegang, leicht kann auch ein Rind oder eine Ziege hier in den Schilfbeständen seine Kauruhe gehalten haben. Der eigentliche Seeball wäre dann stärker wie der zuletzt erwähnte unter Einfluß der Wasserbewegung geraten und hätte dann nicht nur die harte Kruste des Magensteins verloren, sondern auch noch seine Form: die Kugel ist anscheinend facettiert worden. Der Haar-Seeball ist also nicht im Wasser zusammengewachsen, sondern im Gegenteil abgerollt.

Funde von Haarbällen führt, soweit ich sehe, nur POTONIÉ an, und zwar vom Genfer See (leg. FOREL), in der Nähe der Gerbereien von Morges gesammelt, und vom Lago di Muzzano (leg. HARTWICH).

Der *Nadel-Seeball* (Fig. 2) wurde II. 29 am Süd-

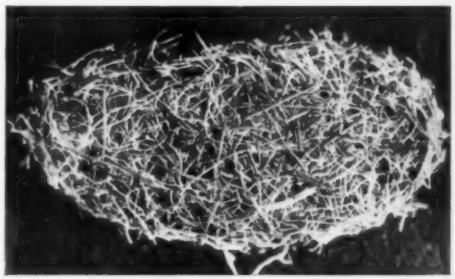

Fig. 2. Seeball aus Lärchennadeln. Überlinger See (Bodensee).

ufer des Überlinger Sees zwischen Bodman und Wallhausen gefunden. Er ist 9 : 4 : 2,5 cm groß, 8 g schwer, welkbrauner fahlweiß durchsprenkelter Farbe, mit ausgesprochen ovoider regelmäßiger Form. Verschiedene Bestandteile, konstituierend guterhaltene Lärchennadeln, daneben kleine Zweigfragmente, Fasern anderer Pflanzen, taube Grasrispen, Wurzel- und Moosreste, Sandkörner, als deutlich hervortretender akzessorischer Bestandteil Zweige von Armleuchtergewächsen,

setzen den Ball zusammen. Außen locker, ja bröckelig, im ganzen aber nicht zusammendrückbar, müssen die inneren Teile schon einen hohen Grad von Festigkeit erreicht haben. Die 1—3 cm langen trockenen Nadeln liegen, außen wenigstens, ziemlich locker und sparrig durcheinander, gebogen oder geknickt sind sie selten, kaum aber starrt eine Spitze heraus, im Gegensatz zu dem Eriskircher Haarball liegen die Nadeln durchweg konzentrisch, eher horizontal. Das spricht übrigens nicht für hydrodynamische Verflechtung, sondern für ursprünglichen normalen Absatz. Halt gibt dem Seeball also nur die sparrige Lage, die ein- bis dreifache Berührung mit anderen wieder gehaltenen Nadeln. Nicht zu unterschätzen ist allerdings das schmiegsame Einschlingen der anderen mazerierten vegetabilischen Fasern, und schließlich scheint die Haupterklärung in der Characeenbeimengung zu liegen. An sich in hohem Grade brüchig, wirkt deren Durchflechtung verkittend, denn der vegetativ ausgeschiedene kohlensaure Kalk wird während der Bildung des Seeballes teilweise ausgewaschen und verklebt so das Ganze.

Fundort und Bildungsort dieses Seeballes behandeln wir gemeinsam mit dem nächsten Fund, beide lagen am gleichen Strandstück. Seebälle aus Coniferenfragmenten sind schon mehrfach beschrieben worden, wohl nicht zufällig aber immer nur von *Larix*. So vom Silser See und Davoser See im Engadin, vom Hallstätter See im Salzkammergut, vom Weißensee in Kärnten, vom Sämsjö in Vestergötland und von einem nicht genannten englischen Binnengewässer. Andere Seebälle von den Seealpen sollen aus fibrovascularen Elementen der Zapfen von Pinus bestehen. Es ist augenscheinlich, daß außer den langen schmalen weichen Lärchennadeln die kurzen oder steifen Nadeln anderer heimischer Coniferen nicht zur Scheingeröllbildung geeignet sind, außerdem kommt ja auch nur in diesem Fall das Blattkleid zum herbstlichen Abwurf, es ist also eher Material zur Bildung der „fumiers lacustres", des Strandgespüls, vorhanden.

Der *Chara-Seeball* vom Überlinger See ist ein zufällig ausgewähltes, in der Walzenform typisches kleines Stück, solche Wülste entweder nur aus Characeen oder nur aus Potamogetonarten kann man öfter am Bodenseestrand finden. Eigentliche Seebälle aus angedrifteten Laichkräutern habe ich hier noch nicht gesehen, die Stranddrift zieht sich fladen- und wulstartig einige Dezimeter bis Meter lang irgendeiner das halbe Jahr trockengefallenen herbstlichen Strandlinie entlang, genau wie die Armleuchteralgenreste, die nur auch einzeln in kleinen Ballen und Kugeln erscheinen, obwohl die Wulstform die weitaus überwiegende Sedimentationsform ist. Das abgebildete Stück (Fig. 3) ist 14 cm lang, 4 cm breit und 2 cm hoch, der wiedergegebene Trockenzustand zeigt gegen den natürlichen am Fundort keine wesentlichen Unterschiede wie bei allen Funden. Er wiegt 6 g und hat die fahle weiße Farbe ausgebleichter Characeen, nur das Innere der Unterseite ist noch grünlich. Außer den Algen selbst spießen sich nur ganz wenige Lärchennadeln durch das Geflecht, ein paar Laubmoose und Holzspanrestchen sind auch mit verwoben. Das ist das typische Bild aller dieser Kalkalgengebilde. Struktur und Textur dieser Seekugel unterscheiden sich aber ganz wesentlich von den übrigen beschriebenen organogenen Scheingeröllen. Die ganze Walze ist locker, geradezu luftig in den Außenteilen aufgebaut, innen aber ebenso druckfest wie die übrigen Typen. Wenn Wasserbewegung oder Wind die Verflechtung zur Ballform zuwege brächten, wäre das kaum zu erklären. Die langen kräftigen Algenfäden, von denen i. A. nur die Hauptachsen erhalten sind, sind in frisch abgestorbenem Zustand

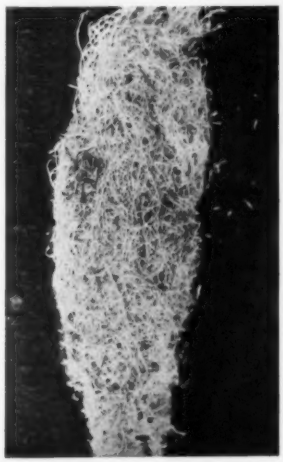

Fig. 3. Seeballwalze aus Armleuchteralgen, Überlinger See.

(Nekrose) im Wasser noch sehr biegsam, getrocknet sind sie aber durch den hohen $CaCO_3$- und SiO_2-Gehalt ungemein brüchig. Alle Fäden sind vielfach durcheinander gewunden und gebogen, was bei dem bisher beschriebenen Material nicht der Fall war. Der geflochtene Halt wird nicht unbeträchtlich verstärkt durch die zahlreichen Knoten an den langen Internodien, an denen die Seitenastquirle entsprungen oder entsprangen. Alles endgültig verfestigend kommen dazu die aus den Zellwänden ausgeschiedenen kräftigen Lagen von Kalkkrystallen und -blättchen, die die Charakränze am Strand so abdichten können, daß sich hinter ihnen vom Spritzwasser kleine dauernde Tümpel, Lagunen bilden können.

Der Fundort beider letztgenannten Seeballtypen ist nicht der übliche von einem Autor verständlicherweise kürzlich direkt zur Seeballbildung als erforderlich angesehene flache Sand-

oder Schlammstrand, sondern die beiden Gebilde lagen zwischen faustgroßem Krystallingeröll, das sich am ganzen Ufer (W Bodman) unterhalb des Bodenwalds hinzieht. Fig. 4 zeigt im Hintergrund den Überlinger See und die Molassewände des Nordufers, den letzten Rest der Ufervereisung und den im Winter trockenfallenden Kiesstrand. Mitten durch das Bild zieht sich von rechts unten ein

Fig. 4. Characeenstrandgirlande am halbvereisten Überlinger See.

Driftwall — meist gestrandete Holzdrift — und dahinter liegen weiß aufleuchtend wulst- und girlandenartig die Charenwälle. Sie liegen hier bis zu der vorspringenden Landzunge im Hintergrund, die der dem Dorf benachbarte Bach vorgebaut hat. Einzelne dieser Algenkränze waren in

Fig. 5. Schilf-Seeball vom württembergischen Bodenseeufer.

Form kleiner Walzen (wie Fig. 3), andere in Form der Seekugeln ausgebildet. Die Nadelbälle lagen nicht weit davon bei den hinten liegenden Baumstämmen. Woher stammt das Material?

Die Lärchennadeln müssen vom Bodansruck herabtransportiert sein, der Buchenwald, in dem selten eine Conifere eingesprengt ist, ist vom See aber noch durch einen mehrere 100 m breiten Wiesenstreifen getrennt. Da der Bach gerade an der Fundstelle einmündet, ist die Transportfrage gelöst, an dem vorgebauten Schuttkegel liegen im Windschatten der Hauptwindrichtung die zahlreichen Nadelbälle. Hier lagen sie massenhaft, wohl auch nur zufällig in diesem Jahr, denn sonst wurde ja noch kein Seeball von am See arbeitenden Autoren beschrieben. Die Nadelseebälle und die Charenseebälle lagen beide eine gute Strecke vom See weg, beim damaligen spätwinterlichen Wasserstand. Die Charaalgenbälle stammen umgekehrt wie ihre Nachbarn aus dem See selbst, wo sie hier die ganze Wysse in dichten Wiesen überwuchern, die absterbenden Exemplare werden vom letzten Wasserhochstand in den Herbststürmen auf Strand geworfen, zur selben Zeit, als auch der Wellenschlag die eben eingeschwemmten Nadeln nebenan auf Land setzt. Die weitere Umbildung des losen Strandgespüls zu festen Seebällen behandeln wir zusammenhängend mit den nächsten Seeballfunden.

Der *Schilf-Seeball* (Fig. 5) fand sich III. 29 am westlichsten Ufer von Langenargen vor dem Lindenhof. Größe: 6 : 4 : 2 cm, Gewicht 5 g, Farbe ockergelb und dunkelbraun gestreift. Von ovoid-abgeplatteter Form, ist er außerordentlich fest, die harten, kurzen und breiten Rohrstücke sind durchweg einander parallel geschichtet. Holzstückchen, Algengrus usw. sind mit eingebettet, das Ganze macht einen verklebten Eindruck, beim Herausbrechen gehen nicht Einzelteile, sondern ganze Lagen ab. Die Verfestigung wird nach Ablagerung des Treibsels im Wasser durch den verwesenden, den Schilfstücken ansitzenden Aufwuchs entstanden sein, durch die Zersetzung der schleimigen Besatzhäute (Diatomeenschleimhäute usw.) verkleben die härteren Schilfstücke. Auch hier nehmen wir nicht an, daß eine primäre Entstehung des Seeballs möglich sei, sondern zunächst Sedimentation, und nach der Verfestigung Bildung des Scheingerölls. Es handelt sich bei den bisherigen Seebällen durchweg um Sonderfälle der Förnabildung, also einer nekrotisch-humifizierenden Fossilisation der formerhaltenden organischen Substanz. Der Schilfseeball steht schon im Übergang zur eigentlichen Dybildung, zur nekrobiotischen Fossilisierung, bei Zersetzung und Formzerstörung wie im lakustrischen Schwemmtorf. Auch hier aber scheint die Scheingeröllbildung die nächstliegende Erklärung.

Der *Schwemmtorf-Seeball* (Fig. 6) fällt weniger durch seine Größe (8,5 : 5,5 : 2 cm) auf — man findet leicht wesentlich mächtigere Torfgerölle, und wir wählten nur ein den vorher beschriebenen analoges Größenstück —, als durch sein Gewicht von 25 g, das den übrigen Seebällen dieser Größenordnung mehrfach überlegen ist. Hart, nicht einzudrücken, höchstens zu brechen, macht die schwarzbraune Flachform einen völlig kompakten Eindruck, in dem besonders auf der abgewaschenen Oberfläche kaum noch eine Textur erkennbar ist. Eine humos-minerogene Grundmasse ist von mehr oder weniger zersetzten Resten grasblättriger

Potamogetonarten (*P. pusillus*?) und Wurzelfasern durchzogen, das Ganze ist im Querschnitt blättrig geschichtet. Bei der starken Zersetzung ist die Festigkeit dieses Schwemmtorfgeröllѕ nicht verwunderlich. Fundort und Entstehungsort sind in diesem Fall zweifellos identisch, das westliche Langenargener Ufer vor dem Mauerhof birgt kleine Anflüge von Seetorflagern, die sich gegen die Schußenmündung hin zu großen schon von SCHRÖTER-KIRCHNER und POTONIÉ abgebildeten Seetorflagern ausbauen.

Die Entstehung der Seebälle aller Arten spielt isch, wie aus ihren Struktur- und Fundverhältnissen zu schließen, folgendermaßen ab: Die Seebälle sind sekundär abgerollte Teile des telmatischen Sedimentationsstreifens (der fumier lacustre) eines Sees, der Scheingeröllbildung geht eine primäre diagenetische Verfestigung im Gesamtverband voraus. Wir werden an anderer Stelle dieser „Hydrogeologischen Bodenseefor-

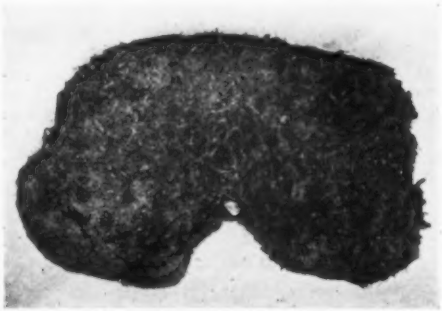

Fig. 6. Schwemmtorf-Scheingeröll vom schwäbischen Seeufer.

schungen" auf die wechselnden abradierenden und sedimentierenden Vorgänge eingehen, die diese Uferzone charakterisieren. Entgegen den üblichen Vorstellungen kommen wir am Bodensee zu der Meinung, daß die Ablagerung in der telmatischen Zone wenigstens zeitweise die Abtragung weitaus überwiegt, der Sedimenttransport findet, wie sich das auch FOREL vorstellte, von der Uferbank aus statt, aber viel weniger seewärts als landwärts. Bei gewissen physiographischen Bedingungen kann allerdings ein Gleichgewichtszustand eintreten. Unter telmatischer Zone versteht man den Strandstreifen, den das Wasser zeitweise erreicht (bei Stürmen usw.), und der bei stationären Binnengewässern wenige Meter schmal, bei solchen mit starken Jahresspiegelschwankungen bis zu Hunderten von Metern anwachsen kann. Das Eigentümliche ist, daß nun die telmatische Sedimentation nicht von oben, durch terrestrische Schüttung, oder indirekt durch Abrasion und Küstenversatz, sondern zumeist durch limnischen Sedimenttransport vom See, von der aufgewühlten Wysse her stattfindet. Auflandiger Wind, Strandgespül und Brandung bringen das Material heran, das zur Bildung von Strandwällen (bei Material spez. schwerer als Wasser) und zu Driftgirlanden und Schwemmtorflagern führt.

Die Bildung der Seebälle beginnt im Herbst, wenn die unterseeischen Wiesen der Laichkräuter und Armleuchteralgen absterben und vom noch hochstehenden See an Land geworfen werden. Dort, in oder über der Spritzzone, bilden sich wulstige und bastionsartige Kränze, an geeigneten Orten, wie in Buchten, toten Winkeln, auch Seetorflager. Da der Frachtweg von der Biocönose zur Thanatocönose nicht weit ist, und Küstenversetzungsströme selten wirksam werden, bestehen diese lakustrischen Strandgirlanden je nach der vorgelagerten submersen Vegetation meist nur aus einer Art. Eine Durchmischung ist selten, denn es kommt genau wie im Flachmeersaum auch beim vegetabilischen Material zur Saigerung, zur Entmischung nach spezifischem Gewicht und nach Formwiderstand, die auf die Bildung unispezieller telmatischer Totengesellschaften hinarbeitet.

Wäre es nun möglich, daß außer der normalen Anspülung und den außer Wasser einsetzenden diagenetischen Vorgängen auch durch anormale oder uns unbekannte Wasserbewegungen sich Seebälle direkt bilden? Es scheint die allgemeine Meinung, dabei fällt aber auf, wie unbestimmt die jeweils geäußerten hydrodynamischen Vorstellungen über das Wasser als Weber, Flechter und Ballformer sind. Wir zitieren einiges aus der Literatur (vgl. Angaben S. 759): „Als Voraussetzung für solche Bildungen . . . das Zusammentreffen entsprechender Windverhältnisse, die zu gewissen Wasserbewegungen führen, mit sehr flachem, sanft abfallendem Seegrund", meint MORTON, muß aber später zugeben, daß er „kreisende Wasserbewegungen" nicht beobachten konnte. — ASPER führt die Entstehung dieser Kugeln „auf die kreisende Bewegung des Wassers zurück". — Nach GAMS findet die Kugelbildung nur dort statt, wo „der Windwirbel an der Chasté wirkt, bloßer Wellenschlag genügt nicht". — ASCHERSSON stellt sich vor, daß Faserbälle „durch Wellenbewegung zusammengedreht" werden. — WARMING meint, daß Rhizomstücke „durch das Rollen so aufgelöst werden, daß die getrennten Gefäßbündel zu kugeligen Bildungen verfilzen". — SCHRÖDER schreibt über seine „unechten Seebälle": „Sie werden durch das Spiel der Wellen geformt, wenn Wasser beständig über flachen sandigen oder schlammigen Grund flutet und dabei eine rotierende Bewegung hervorruft", ähnlich später: „durch bewegtes Wasser zu kugeligen Bildungen verfilzt" oder „durch die Wasserwellen zu knäuelartigen Ballen geformt". — LAGERHEIM hielt sogar „Wasserströmungen" für die Entstehungsursache. — Unsern Auffassungen näher kommen eigentlich nur zwei Autoren, deren Meinung übrigens von Nachfolgern auch nicht berücksichtigt

wurde. POTONIÉ[1] hat schon die Lehmgerölle mit den Seebällen ihrer äußeren Ähnlichkeit wegen verglichen, sagt aber ausdrücklich: „Während die Lehmgerölle . . . durch die formende Tätigkeit des Wassers aus ursprünglich größeren Stücken hervorgehen, die gewissermaßen zugeschnitten werden, gibt es auch Geröllformen, die im Gegensatz hierzu durch Aneinanderfügung getrennter Teile gebildet werden", und meint damit die Seebälle. H. SCHINZ[2] und nach ihm J. COAZ[3] schrieben beide über die Lärchennadel-Seebälle der Bündner Gebirgsseen und nahmen an, daß das Wasser die schon am Strand abgesetzten „Nadeldünen" ergriffe und einzelne Stücke zu Seebällen umforme. Die eigentliche Formung beschrieben die beiden Autoren allerdings nicht übereinstimmend, nahmen Abrollung am Grunde in Löchern oder Verfilzung in Wirbeltrichtern der Oberfläche an und sind sich auch in der Frage der Verfestigung durch Schlamm nicht einig.

Aus dieser Auswahl ersieht man, daß alle Arten von nie beobachteten Bewegungen der Luft und des Wassers dazu herhalten müssen, zuerst kunstvoll flechtend den Seeball aufzubauen und ihm dabei sorgfältige Rundung zu verleihen. Es wird also eine irgendwie geordnete oder regelmäßige Bewegung erwartet, die das Wasser gerade am Strand, ob er nun steinig oder sandig sei, bei der dauernden Querschnittsveränderung auch der kleinsten Strombahnen auf der geneigten Fläche am wenigsten hat. Wirbelbewegungen kennen wir wohl, im großen als Stromwalzen, am Strand auch als kleine Nebenwalzen oder Grundwalzen auftretend. Es ist auch die Bildung eines Stromwirbels bei interferierenden Wellensystemen keineswegs ausgeschlossen, wenn auch recht selten, aber hier wären stationäre Wirbel erforderlich, die eine gleichmäßige richtungs- und zeitkonstante Antriebskraft voraussetzen, die es nicht gibt. Die Wasserbewegung am Strand wirkt nur akkumulierend oder, wenn punktal einsetzend, dann erodierend. Alle Formgebung in der telmatischen Zone außer der streifenhaften Aufschüttung ist erosiv, und wenn die Herkunft z. B. der Silser Lärchennadelbälle vom Strand schon erkannt wird, ist eine Weiterbildung außerhalb der telmatischen Zone gerade bei den von dort beschriebenen auflandigen Winden im tieferen Wasser nicht anzunehmen. POTONIÉ hat die in Flüssen treibenden Geniste zum Vergleich herangezogen. Das ist nur bedingt richtig, denn dort tritt sicher eine engere Verflechtung durch die konstante Strömung ein, die einen Druck auf die trägeren Driftmassen ausübt. Aber die nestartig runde Gestalt erhalten auch die Geniste nicht von innen heraus, sondern genau wie das treibende Kucheneis auf den winterlichen Strömen durch erodierende Außenwirkung.

So betrachten wir die Seebälle durchweg als Scheingerölle. Es sind losgerissene Stücke aus Strandgirlanden oder Schwemmtorflagern, die im Herbst angelandet wurden und durch chemische Umwandlungen, Verschwemmung der Kalkkrusten, des Algenbewuchses, durch Pressung unter hangenden Schichten, durch wirre Anlagerung, Verbiegung der Einzelteile beim Austrocknen, Verklebung der vertrocknenden epiphytischen Schleimhäute u. a. m. einen gewissen hohen Grad von Festigkeit auf chemischem und mechanischem Wege erreichen. NOWOPOKROWSKY (vgl. unten) hat bei der mikroskopischen Untersuchung von seeballbildenden Laichkräutern auch fäulnisartige Zersetzung der Zellwände festgestellt. Eignung des Materials ist Vorbedingung, wie man an dem immer wiederkehrenden gleichen Vorkommen von Fasern, Nadeln und ähnlichem sieht, trotz der verschiedenartigen Herkunft der Seeballbildner. Wenn die telmatische Förna oder Äfja genügend verfestigt ist, ohne am trockengefallenen Strand ihre organische Form zu verlieren, ergreift ein spätherbstliches Hochwasser oder der wachsende See im Frühjahr erst die Herbstspülränder und rollt die beständigsten Teile ab. So ist es verständlich, daß manche Seebälle einen festen Kern (Holzstück, Schnur usw.) haben, der als Widerstandsmittelpunkt wirkt. Nicht das Wasser rotiert also, was auch niemand faktisch gesehen hat, sondern die Stranddriftstreifen werden zerrissen und gerollt, und sie verwandeln sich rotierend in zylindrische, ovoide oder sphäroide Formen um.

Analoge Fälle sind die minerogenen Scheingerölle, die Magensteine der Wiederkäuer, die Gewölle der Vögel, dann besonders die gewachsenen Seebälle, mancher in der biologischen Wuchsform der Aegagropilen auftretenden Grün- und Blaualgen. Bis zu gewissem Grade lassen sich auch die Geniste der Flüsse damit vergleichen, wie oben schon dargelegt, und ein Analogon bieten die sog. Steppenhexen oder Steppenbälle, die in den zentralasiatischen Halbwüsten, in den Hungersteppen, aber auch in manchen xerothermen Gebieten bei uns auftreten können, und mannsgroße tatsächlich durch den Wind verflochtene Pflanzengewirre darstellen.

Bei den Scheingeröllen und Algenkugeln ist es wie bei den ungewachsenen Seebällen die Wasserbewegung, bei den genannten Verdauungsresten die Magenbewegung, die den Gebilden die Form des geringsten Widerstandes, also die der Kugel mit den geringsten Angriffsflächen, gibt. Die Verfestigung ist bei Ton-Scheingeröllen wie bei den Seebällen eine vorhergehende, diagenetische, die ja bei rezenten Sedimenten sehr schnell vor sich gehen kann (Verseifung u. a.). Bei den Gewöllen wird sie durch Schleim bewirkt, der auch nach dem Ausspeien den unverdaulichen Gebilden noch anhaftet, und bei den Magensteinen durch die Magensäfte des vorkauenden Pansen. Auch bei den Seebällen mit Äfjasubstanz liegt der Vergleich mit schleimiger Verfestigung nahe. Pressung durch

[1] H. POTONIÉ, a. a. O. 1906.

[2] H. SCHINZ, Über die Bälle des Silser Sees. Schweiz. Alpenztg 14 (1884).

[3] J. COAZ, Mitteilung über Seebälle. Mitt. naturforsch. Ges. Bern 3 (1884). Bern 1885.

überlagernde Schichten, oder durch Muskeln, Verfestigung durch Sekrete oder Exkrete, Formung durch Bewegung im Wasser oder in den Eingeweiden sind die zeitlich einanderfolgenden Vorgänge bei all diesen so ungleichen und doch analogen Scheingeröllen. Daß neben der Kugelform auch elliptische bis walzenförmige Formen vorkommen, mag durch ungleichen Widerstand bei der Abrollung oder durch Nachformung beim Auswürgen im Rachen entstehen.

Auch die Größenverhältnisse sind ungefähr gleichmäßig, von Nußgröße ab wird die Faustgröße selten überschritten, es ist die Festigkeitsgrenze der Scheingerölle überhaupt, wo der Zerfall einsetzt, denn der Widerstand sinkt bei steigendem Umfang. Das geringe Gewicht wirkt ebenfalls bei allen möglichen Bildungen formerhaltend mit, wenn auch bei Seebällen weit größere Gewichte als die der hier abgebildeten Neufunde auftreten können. Die Nadelbälle werden in allen Gegenden bis zu 100 g schwer und können fast einen halben Meter Durchmesser haben, ein Faserball im Besitz der Hydrobiologischen Anstalt der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zu Plön, für dessen Überlassung ich Herrn Dr. FR. LENZ sehr zu Dank verbunden bin, wog 10 g, und überstieg damit unsere Bodenseefaserbälle an Gewicht erheblich.

Die Seebälle teilen mit anorganogenen Scheingeröllen nach unserer Auffassung die für jene bezeichnende Eigenschaft, im eigenen Sediment gebildet zu sein. Sie sind also nur abgebröckelte Teile größeren Widerstandes, Struktur und Bindigkeit haben sie vorher schon gehabt, so der Tonballen schon in der Tonschicht, der Seeball in der verfilzten Strandförna. Beide Scheingerölle können aber eine geringe Verfrachtung vertragen. Die Seebälle werden nach wiederholter Austrocknung bei ihrem leichten Gewicht gelegentlich wegschwimmen, und so fallen sie als Scheingerölle im fremden Sediment erst auf, so z. B. Tongerölle auf Sandgrund, Lärchennadelbälle zwischen grobem Uferkies. Auch die Seebälle mit noch lebendiger organischer Substanz werden teilweise nichts als Scheingerölle sein, darauf deuten die Funde von *Aegagropila Sauteri* KÜTZ im Zeller See, die in der Tiefe fladenförmig wächst, aber an den Flachwasserstellen, wo die Fischerzugnetze entleert werden, kugelig auftritt. Die Abrollung vernichtet also vorstrebende Fadenelemente, und verursacht durch wechselnde allseitige Belichtung ein gleichmäßig radiäres Wachstum. LJUNGQVIST[1] hat ebenfalls in Moorseen auf Gotland die von der Gattung *Cladophora* bekannten Ballformen bei der Cyanophyceengattung *Scytonema* wiedergefunden, die in gleichen Gewässern in Form von Rasen, Polster, Watten und Kugelballen auftritt.

Auch im Bodensee haben wir eine lebendige Verflechtung lebender Algen zu ungewöhnlicher Mächtigkeit. Östlich der Schussenmündung bis gegen Langenargen findet sich im Vorfrühling, besonders in der außergewöhnlich breiten Überschwemmungszone, ein dichter Algenfilz, der 1—3 cm mächtig über Sand, Detritusschlamm und Steine gleichmäßig hinwegwächst, und aus einer Grundmasse von Cyanophyceenfäden (besonders *Schizothrix*) mit Kalkkrystallen, Glimmerblättchen, Quarzkörnern usw. vermischt besteht. Bei steigendem angreifendem See wellen sich die zähen Decken, werden gefaltet, umgeschlagen, und gelegentlich bildet sich auch ein Seeball aus diesem ursprünglichem Geflecht.

Abschließend beschreiben wir bei dieser Gelegenheit noch einige andere bisher unpublizierte Funde aus anderen Gegenden. Als erstes verdient als wohl neues Unikum ein Seeball im Besitz des Kieler Geologisch-paläontologischen Instituts Erwähnung, den ich bereits früher einmal[1] als Beispiel für Strandthanatocönosen anführte. An diesem Ort wird der Seeball als solcher vielleicht übersehen, weshalb er nochmals genannt sei. Ein Schiffsarzt brachte diese leichte kleine braune Seekugel der Sammlung aus Majorka (südwestspanische Küste) mit. Er bestand aus feinen Bastfasern von *Chamaerops humilis*, der einzigen in Südeuropa wildwachsenden Palme. Im übrigen war er von gleicher Größe und Konsistenz wie die mitteleuropäischen organischen Scheingerölle.

Im Museum des Donschen Polytechnikums zu Nowo-Tscherkask sah ich einen Seeball, von 6 cm Durchmesser und guter Rundung aus *Zanichellia palustris*. Man kann durchweg in der einschlägigen Literatur die Beobachtung machen, daß die grasartigen *Potamogetonaceae* sich besonders gut zur Seeballbildung eignen, denn die borealmarinen Verwandten dieser Brackwasserangiosperme, unser Seegras (*Zostera marina*), wird öfters als Seeballbildner aus nördlichen Meeren angeführt. Seebälle aus einer Brackwasserform derselben Familie, von *Ruppia rostellata* Koch, haben NOWOPOKROWSKY und TSCHIRWINSKY[2] kürzlich aus Südrußland aus dem wegen seines „Seeschießens" bekannten See Gudilo am Manytsch beschrieben.

Schließlich fand ich im August 1925 bei Genitschesk am Asowschen Meer hinter der a. a. O.[3] ausführlicher beschriebenen Schillnehrung Arbat am Ufer der jene von der Krim trennenden Salzseen einen Seeball, der aus einer als Äfgyttja zu bezeichnenden Grundmasse mit durchwobener

[1] J. E. LJUNGQVIST, Bidrag till aegagropila-frågan. (Forsök till kritisk belysning af densamma jämte meddelande af några nya aegagropila-fynd.) Ark. Bot. (schwed.) **14**.

[1] E. WASMUND, Biocönose und Thanatocönose, biosoziologische Studie über Lebensgemeinschaften und Totengesellschaften. Arch. f. Hydrobiol. **18** (1926).

[2] I. W. NOWOPOKROWSKY und P. N. TSCHIRWINSKY, Katischi is Stjebelkow Ruppia rostellata K.' na beregu osera gudilo. Materialien zur Hydrogeologie des Dongebietes **11** Nord-Kaukas. Med. Bull. Nr 6/7 (1918) (russ.).

[3] E. WASMUND, Biostratonomisch-malakologische Beobachtungen zur Quartärgeschichte der südrussisch-pontischen Saumtiefe. Geol. Rundschau **20** (1929); Schalenfischerei an Meeresküsten, Mitt. Dtsch. Seefischereiver. **45** (1929).

Zostera nana bestand. Bildliche Wiedergabe muß wegen der Transportschwierigkeit unterbleiben.

Diese letzten Beispiele zeigen auch das zweite Resultat unserer Untersuchung deutlicher. Das erste war, daß es sich bei allen Seebällen um eine Scheingeröllbildung handelt, der die bedingende Verfestigung vorausgegangen ist.

Nicht nur die Form, auch die Materialzusammensetzung steht in Analogie zu Gewöllen der Vögel, zu den Bezoarsteinen der Rinder, Ziegen, Hirsche, den normalen unpathologischen Erzeugnissen eines eigenartigen Verdauungsmechanismus. Wie sich aber in diesen tierischen Erzeugnissen je nach dem Erzeuger ein ganz bestimmtes Material vorfindet (beim Storch Froschknöchel, bei der Krähe Getreidespelze), so auch bei unseren Seebällen. Die gewachsenen gehen zu der biologisch angepaßten Wuchsform des Aegagropilentypus nur über, wenn ihr Organisationstyp dazu geeignet ist. Bei den ungewachsenen aggregatischen organogenen Scheingeröllen ist das genau so, alle möglichen Potamogeton- und Charaarten mit ihren Kalkinkrustationen, zur nekrobiotischen Verfilzung neigende niedere Algen, und schließlich alle faser- und haarartige organische Substanz, wie Bast, Holzwolle, Lärchennadeln, Tierhaare eignen sich zur Bildung der Seebälle, zur nekrotischen Verflechtung und Verklebung. Auch bei den pflanzlichen Genisten der Flüsse, den Windgeröllen der Steppen handelt es sich bei allem Zufall doch um morphologisch homologes Material. Daraus erklärt es sich, daß alle Sorten dieser organischen Scheingerölle immer aus ähnlich wiederkehrendem subfossilisiertem Sedimentationsmaterial bestehen; die Analogien in Form und Aufbau erklären sich, cum grano salis, als biologisch-biotopische Konvergenz.

Besprechungen.

DÖBLING, HUGO, **Die Chemie in Jena zur Goethezeit.** Jena: Gustav Fischer 1928. XII, 220 S. und 5 Abbildungen im Text. 15 × 22 cm. Preis RM 8.—.

Vor drei Jahren erschien ALEXANDER GUTBIERS Rektoratsrede „Goethe, Großherzog Carl August und die Chemie in Jena", die — anschließend an ältere Veröffentlichungen — ihren Gegenstand in beredter Darstellung schildert[1]. GUTBIER hatte ein reiches Aktenmaterial benutzt, aber nicht ausschöpfen können und wollte dies in einer bereits angekündigten späteren Schrift nachholen. Ein jäher Tod hinderte ihn an der Ausführung. Sein früherer Assistent, der ihm „bei allen experimentellen Untersuchungen und literarischen Arbeiten seit Jahren die trefflichste Stütze" war, hat das Werk des Heimgegangenen fortgesetzt. Seine Arbeit „bringt all den geschichtlichen Stoff, der bei den Vorarbeiten zur Rektoratsrede von ALEXANDER GUTBIER ... aufgefunden wurde und der bei weiterem Nachforschen noch erheblich vermehrt werden konnte. Sie soll diese Rede und hinsichtlich der Döbereinerzeit auch den von JULIUS SCHIFF herausgegebenen ‚Briefwechsel zwischen GOETHE und JOHANN WOLFGANG DÖBEREINER' zu einem möglichst vollständigen Bild von der Geschichte der Chemie in Jena zur Zeit und unter dem Einfluß von Deutschlands umfassendstem Geist ergänzen".

Der Verf. beginnt seine Darstellung mit dem Jahr 1789, in dem durch die Berufung GÖTTLINGS zum außerordentlichen Professor, und zwar in die philosophische Fakultät, die Chemie in Jena aufhörte, „die Dienerin der Pharmazeutik und der Medizin" zu sein, und als selbstständige Wissenschaft anerkannt wurde. Wir hören ferner, daß im Jahre 1810 ein Größerer, DÖBEREINER, an GÖTTLINGS Stelle trat, und daß er — dank der starken Unterstützung durch GOETHE und seinen Fürsten — Jena zu einer der wichtigsten Stätten chemischer Forschung und Lehre für das dem Ausland gegenüber rückständige Deutschland machte. Unbekannt war bisher, daß beiden Forschern seitens der medizinischen Fakultät, die die Chemie nach wie vor für sich in Anspruch nahm, Schwierigkeiten bereitet wurden. Zwar entschieden die übergeordneten Stellen, daß Chemie zur Physik gehöre und daher eine „pars philosophiae" sei, aber es wurde doch GÖTTLING und sogar noch DÖBEREINER aufgegeben, zu ihren Vorlesungen über „Apothekerchymie" die Genehmigung der medizinischen Fakultät jedesmal einzuholen. Auch konnte DÖBEREINER nicht durchsetzen, daß die Chemie unter die Prüfungsfächer für die zukünftigen Ärzte aufgenommen wurde, obgleich auch von anderer Seite festgestellt worden war, daß „die laxe Handhabung der medizinischen Doktorprüfung ... eine Gefahr für die Menschheit, den Staat und den Ruf der Fakultät" wäre.

Die wissenschaftlichen Leistungen GÖTTLINGS und DÖBEREINERS zu besprechen, lag nicht im Plane des Verfassers; tatsächlich ergibt sein Material auch hierfür keine neuen Gesichtspunkte. Nur auf eine der vielen Experimentaluntersuchungen DÖBEREINERS geht er auf Grund der neuen Unterlagen näher ein, nämlich auf die Herstellung geeigneter Gläser für optische Instrumente, besonders Fernrohre. Der Hofmechanikus Dr. KÖRNER arbeitete in seiner kleinen Glashütte schon lange hierüber, ohne vorwärts zu kommen, als DÖBEREINER, wohl auf Anregung GOETHES, eingriff. Er schlug — ideenreich wie immer — vor, die Mischungsverhältnisse weitgehend zu ändern, wobei er den Nachdruck auf die stöchiometrischen Beziehungen legte, und er versuchte gleichzeitig, neue Metalle, beispielsweise Strontium, Barium und Wismut statt des Calciums, in die Masse einzuführen. Tatsächlich wurden auf diesem Wege gute Fortschritte erzielt, und DÖBEREINER kam dem Ziele, das ebenfalls in Jena einige Jahrzehnte später durch SCHOTT und ABBE so vollkommen erreicht wurde, erfreulich nahe.

Daß Jena schon mehr als ein Jahrzehnt vor JUSTUS VON LIEBIGS ruhmreicher Gießener Zeit — dank dem Zusammenwirken DÖBEREINERS und GOETHES — ein Universitätslaboratorium für die praktischen, besonders analytischen Arbeiten der Studierenden hatte, ist immer noch nicht genügend bekannt. Es ist daher wichtig, daß der Verfasser sehr ausdrücklich hierauf hinweist und auch neue Bestätigungen beibringt. Freilich waren die Räume und die Mittel, die GOETHE DÖBEREINER zur Verfügung stellen konnte, bescheiden, aber die Möglichkeit, „in anschaulicher Weise aufstrebende junge Menschen in die Geheimnisse der Chemie einzuführen", bestand und wurde ausgenützt. Doch konnten auf die Dauer und beim ständigen Wachsen des Unterrichtsbetriebes die ungünstigen, im Großherzoglichen Schloß gelegenen Räume nicht ge-

[1] Vgl. die Besprechung Naturwiss. **14**, 962 (1926).

nügen. DÖBEREINER stellte daher die für jene Zeit ziemlich unerhörte Forderung, einen besonderen Neubau für sein Laboratorium und Auditorium aufzuführen. DÖBLING erzählt die Vorgeschichte und die Ausführung des Baues ausführlich; hier sei nur mitgeteilt, daß GOETHE, der das große Werk vorbereitet und der sogar selbst die Risse für das Laboratorium entworfen hatte, seine Vollendung, die erst im Jahre 1833 stattfand, nicht mehr erlebte.

Von mehr als fachwissenschaftlichem Interesse ist derjenige Abschnitt des Buches, der sich mit der sog. „Oberaufsicht" beschäftigt. CARL AUGUST und GOETHE hatten erkannt, daß die Naturwissenschaften nicht ohne Sammlungen, Museen und Institute gepflegt und gelehrt werden könnten, und hatten daher allmählich solche für die verschiedenen Zweige der Naturwissenschaften und vor allem auch — wie schon aus dem Vorhergehenden hervorgeht — für die Chemie geschaffen. Da sie, weil die übrigen „Erhalterstaaten" der Universität versagten, dies aus den alleinigen MittelnWeimars taten, so gehörten diese Anstalten nicht eigentlich zur Universität, sondern waren, ebenso wie die Weimarer Kunstanstalten, die Jenaer Bibliothek usw. „unmittelbare Anstalten" des Weimarischen Landesherrn und besonderen Kommissionen unterstellt. Diese wurden 1809 zu einer staatlichen Behörde, der „Oberaufsicht über die unmittelbaren Anstalten für Wissenschaften und Kunst", deren Leitung in erster Linie GOETHE zufiel, zusammengefaßt. Von „Oberaufsichts wegen" war also der große Mann der „Chef" GÖTTLINGS und DÖBEREINERS ebenso wie der übrigen naturwissenschaftlichen Professoren, und weil er das „Geschäft" — das er in einem Bericht seine „liebste Angelegenheit" nennt — mit der ihm eigentümlichen peinlichen Gewissenhaftigkeit und dem höchsten Verständnis verwaltete, konnte sich der naturwissenschaftliche und besonders der chemische Unterricht in Jena so erfreulich und vorbildlich entwickeln, wie es das vorliegende Buch zeigt.

Der Verf. hat sein urkundliches Material, dem auch die beigegebenen Abbildungen von Bauplänen und Geräten entstammen, aufs gründlichste ausgenützt und wesentlich dazu beigetragen, einen wichtigen Abschnitt aus der Geschichte der Chemie, gleichzeitig aus der Geschichte der Universität Jena, in helles Licht zu setzen. Auch durch sein verständnisvolles Übergreifen auf benachbarte Gebiete hat er sich Verdienste erworben. Seine Ausführungen über die „Oberaufsicht" sind besonders dankenswert. Wer es einmal unternehmen wird, die noch fehlende zusammenfassende Darstellung der amtlichen Wirksamkeit GOETHES zu geben, wird daher an dem DÖBLINGschen Buche nicht vorübergehen können. Es sei schließlich noch auf den Anhang hingewiesen, der eine größere Anzahl von Berichten und Schreiben, die zwischen GOETHE und DÖBEREINER hin und her gingen, wörtlich bringt. Sie ergänzen den Briefwechsel der beiden Männer, den der Verfasser dieser Besprechung 1914 veröffentlicht hat, in dankenswerter Weise. JULIUS SCHIFF, Breslau.

CHEMNITIUS, FRITZ, **Die Chemie in Jena von Rolfink bis Knorr (1629—1921).** Jena: Frommannsche Buchhandlung (Walter Biedermann) 1929. 192 S. 13×21 cm. Preis geh. RM 6.—, geb. RM 7.80.

Im Laufe der letzten Jahre haben ALEXANDER GUTBIER und HUGO DÖBLING[1] in ausführlicher Weise die glänzendste Zeit der chemischen Studien an der Universität Jena geschildert, die Zeit nämlich, in der GOETHE dort als „Chef der Oberaufsicht" für die Naturwissenschaften sorgte und GÖTTLING und DÖBEREINER die Chemie vertraten. Der Verfasser der vorliegenden Veröffentlichung stellt sich eine umfassendere Aufgabe, er will „die Gesamtentwickelung der Chemie an der Jenaer Universität" darstellen. — Wissenschaftliche Chemie wird in Jena, wie er zeigt, seit drei Jahrhunderten getrieben. Ihre erste Periode, die „Chemie als Nebenfach der Medizin", beginnt 1629 mit der Berufung WERNER ROLFINKS in die dortige medizinische Fakultät, wo er neben seinen Hauptfächern Anatomie und Chirurgie auch Chemie und Botanik als Hilfswissenschaften der Medizin 44 Jahre lang lehrte. Daß es ihm mit der Chemie Ernst war, geht daraus hervor, daß er sich nicht — wie es damals und noch sehr viel später meist auf den deutschen Hochschulen der Fall war — auf theoretische Vorlesungen beschränkte, sondern einen experimentellen Unterricht erteilte. Hin und wieder hielt er sogar für die Studierenden in seinem Privatlaboratorium „chimica exercitia" ab und führte ihnen selbst metallurgische Prozesse am Schmelzofen — „ad calentem Vulcani aram", wie es in seiner Vorlesungsankündigung heißt — vor. Als eine landesherrliche Anerkennung dieses Anteils seiner überhaupt höchst bedeutenden Wirksamkeit ist es wohl aufzufassen, daß ihm nach zehnjähriger Lehrtätigkeit die Ehrenbestallung als „director exercitii chymici" zuteil wurde, wie aus einer interessanten, hier zum ersten Male veröffentlichten Urkunde hervorgeht. Die Nachfolger ROLFINKS hatten zumeist nicht das gleiche Interesse für das Nebenfach, das sie zu lehren hatten, wie dieser; immerhin lasen sie medizinische und pharmazeutische Chemie ziemlich regelmäßig, und manche von ihnen trugen sogar allgemeine Chemie mit Experimenten vor. Eine besondere Erwähnung unter ihnen verdient J. A. SLEVOGT, der zu Anfang des 18. Jahrhunderts nicht nur die Chemie der Heilmittel selbständig gefördert, sondern auch den „Beflissenen" die „Türen seines Laboratoriums" geöffnet hat.

Dank der Einsicht und Tatkraft GOETHES wurde die Chemie in Jena früher als an anderen deutschen Universitäten aus der durch ihre Entwickelung überholten und unwürdig gewordenen Stellung als Dienerin der Medizin herausgeführt. Die „Chemie als selbständiges Lehrfach", und zwar als Lehrfach innerhalb der philosophischen Fakultät, ist die zweite, bis zur Gegenwart reichende Periode, die der Verfasser behandelt. Sie beginnt 1789, als an der Jenaer Universität eine ausschließliche Professur für diese Wissenschaft begründet und mit einem wirklichen Chemiker, der kein Mediziner war, sondern aus der praktischen Pharmazie herkam, besetzt wurde. Dieser, der als Lehrer und Forscher gleich tüchtige GÖTTLING, und mehr noch sein überragender, wahrhaft schöpferischer Nachfolger DÖBEREINER leisteten, was GOETHE und sein Fürst angestrebt hatten, sie machten Jena zu einer vorbildlichen Stätte des chemischen Studiums. Auch die seitherige Entwickelung dieses Fachs an der dortigen Universität bietet, wie der Verfasser zeigt, manches Interessante. Es soll aber an dieser Stelle hierauf nicht eingegangen, sondern nur gesagt werden, daß die Chemie in Jena ihren guten Ruf bis zum heutigen Tage zu bewahren gewußt hat.

Seiner allgemeinen Darstellung, die auch kurze Lebensskizzen der Dozenten und sehr gute Abbildungen der bedeutenderen unter ihnen bringt, läßt der Verfasser einen als „Vorlesungsankündigungen" bezeichneten Schlußteil folgen. Dieser nimmt mehr als zwei Drittel des Buches ein und führt wortgetreu und ohne jeden Zusatz alle chemischen Vorlesungen und Übungen auf, die an der Jenaer Universität in dem Zeitraum von 1629 bis 1921 abgehalten wurden. Jeder, der an der Geschichte

[1] Vgl. die Naturwiss. 14, 962 (1926).

der Chemie Anteil nimmt, wird diese bis 1866 lateinisch, dann in deutscher Sprache niedergelegten Ankündigungen mit großem Interesse lesen und wünschen, daß ähnliche Zusammenstellungen auch für die übrigen, aus älterer Zeit stammenden deutschen Universitäten veröffentlicht würden. Sollte es geschehen, dann würden wir — was bis jetzt noch keineswegs der Fall ist — klar übersehen, wie sich im allgemeinen in unserem Vaterlande der chemische Hochschulunterricht von der Iatrochemie an bis zu seiner Reform durch JUSTUS VON LIEBIG entwickelt hat. Für Jena im besonderen ist diese Frage nunmehr gelöst. Hierzu bedeutsam mitgewirkt zu haben, ist ein Verdienst, wofür dem Verfasser Dank gebührt. Sollte das sehr empfehlenswerte Buch eine Erweiterung oder Neuauflage erfahren, so wären einige Druckfehler im lateinischen Text und die irrige Angabe S. 13, die den griechischen Arzt GALEN den Arabern zurechnet, zu verbessern..

JULIUS SCHIFF, Breslau.

KISTIAKOWSKY, G. B., **Photochemical Processes** (Amer. Chem. Soc. Monograph Series Nr. 43.) New York: The Chemical Catalog Company 1928. 270 S., 8 Abbild. und 42 Tab. 15×23 cm. Preis $ 5.50.

Der Referent hat das Buch von KISTIAKOWSKY mit sehr großem sachlichen und auch persönlichem Interesse gelesen, da er selbst kurz vor dem Abschluß der klassischen Periode der Photochemie versucht hat, einen ähnlichen Querschnitt durch unsere damaligen Kenntnisse der chemischen Wirkung des Lichtes zu legen, wie dies KISTIAKOWSKY jetzt in der Blütezeit der modernen Quantenphotochemie versucht. Es ist klar, daß der Unterschied beider Darstellungen nach einem Zeitraum von 16 Jahren sehr groß ist, weil in der Photochemie moderne Physik und Chemie am engsten verflochten sind.

Der Autor hat offenbar nicht beabsichtigt, ein Lehrbuch der Photochemie zu schreiben, sondern er hat den viel besseren Weg beschritten, das experimentelle Material, das in irgendeiner Beziehung zu den photochemischen Quantenvorstellungen steht, in großer Vollständigkeit und Ausführlichkeit zu behandeln, wofür man ihm sehr dankbar sein muß. Ein Lehrbuch der Photochemie kann entweder nur sehr kurz oder sehr umfangreich sein. Solche kurzen Berichte liegen schon in den photochemischen Abschnitten des Lehrbuches über Physikalische Chemie vor. Sie brauchen nur das GROTHUSSche und das STARK-EINSTEINsche Gesetz zu enthalten, und vielleicht am Beispiel der E. WARBURGschen Versuche und an der Chlorknallgasreaktion die Art, wie man die auf den Primärprozeß folgenden Sekundärvorgänge behandeln kann. Ein umfangreiches Lehrbuch verbietet sich schon aus verlagstechnischen Gründen von selbst, da es bei der heutigen Entwicklung der Photochemie schon bei Niederschrift und Druck veralten würde.

Die Einstellung, die KISTIAKOWSKY für seinen Querschnitt gewählt hat, der den Stand der Photochemie im Jahre 1927 wiedergibt, ist sehr glücklich. Kap. I gibt kurz eine Übersicht über die verschiedenen Theorien der photochemischen Kinetik auf Grund des Äquivalentgesetzes. Kap. II: „Das Äquivalentgesetz" enthält ausführlich die Vorgänge, die zur Stütze des Gesetzes herangezogen werden können; Kap. III: „Kettenreaktionen" (Chlorwasserstoff- und Bromwasserstoffbildung, Wirkung der Halogene auf Kaliumoxalat und auf organische Stoffe). Kap. IV: „Sensibilisierungen" (Hg, Cl_2 und andere Sensibilisatoren). Dieser Abschnitt enthält auch eine gute Besprechung der Chemilumineszenz. Kap. V: „Katalyse und Verzögerungen". In diesem Kapitel sind, vielleicht zum ersten Male, alle die unangenehmen Störungen zusammengestellt, die die experimentelle Photochemie so schwierig machen und sie bei den Nachbardisziplinen oft in Mißkredit gebracht haben. Es war ein guter Gedanke des Autors, die Einflüsse von Zusätzen und geringen Verunreinigungen, die fast jede photochemische Reaktion stören, hier gemeinsam an einigen guten Beispielen (Ozonzersetzung, Edersche Reaktion usw.) zu besprechen. Das letzte, VI. Kapitel, enthält den Einfluß der Wellenlänge und der Temperatur auf die photochemische Reaktionsgeschwindigkeit und viel Material über nicht normal verlaufende photochmeische Prozesse, wenn man unter normalen solche versteht, bei denen die Abhängigkeit von der Wellenlänge durch das EINSTEINsche Gesetz gegeben ist, und keine Temperaturabhängigkeit vorhanden ist. Sehr übersichtlich ist die graphische Darstellung auf S. 235, die die anomale Zunahme der Quantenausbeute mit der Frequenz bei 10 Vorgängen wiedergibt. Hier sind auch die Erscheinungen besprochen, die auf die Existenz oder Nichtexistenz einer photochemischen „Schwelle" hindeuten, die als langwellige Grenze für das Eintreten einer photochemischen Reaktion bei strenger Gültigkeit der Quantenbeziehungen zu erwarten wäre. Zu begrüßen ist auch die moderne Tabelle der Temperaturkoeffizienten und die ausführliche Darstellung der TOLMANschen Theorie für die Temperaturabhängigkeit.

Es fragt sich nun, für wen das Buch geschrieben ist. Wohl kaum für einen Leser, der sich noch nicht praktisch mit photochemischen Problemen beschäftigt hat. TAYLOR schrieb zwar in einem sehr hübschen Vorwort zu dem Buch von KISTIAKOWSKY, daß es eines „detailed study" bedarf. Aber der Referent glaubt, daß man auch bei eingehendem Studium des Buches doch wohl nicht ganz übersehen kann, um was es sich in der modernen Photochemie handelt, wenn man nicht selbst die experimentellen Schwierigkeiten kennt, nicht die Originalarbeiten bis in alle Versuchseinzelheiten studiert hat und nicht erfahren hat, wie vielfache Deutungen eine und dieselbe Erscheinung haben kann. Hierüber hilft auch nicht die bewundernswert objektive Wiedergabe der Ansichten verschiedener Autoren über eine Reihe photochemischer Probleme hinweg, über die man sich in der photochemischen Literatur eben wegen dieser Vieldeutigkeit noch nicht einigen konnte. Es gibt aber heute glücklicherweise schon einen großen Kreis von photochemisch persönlich Interessierten, für die das Buch von KISTIAKOWSKY von großem Wert sein wird, und die dem Autor sehr dankbar sein werden, daß er ihnen durch die ausgezeichnete Zusammenstellung die Übersicht über das vorhandene photochemische Material so sehr erleichtert hat.

Zum Schluß einige kleine Richtigstellungen: S. 13: Das BUNSEN-ROSCOEsche Gesetz wurde nicht am Chlorknallgas, sondern am Chlorsilberpapier zuerst geprüft. S. 67: WARBURG fand, daß Feuchtigkeit die Ozonzersetzung beschleunigte (nicht verzögerte). S. 177 unten: Die WITTWERsche Arbeit erschien 1855, nicht 1885.

FRITZ WEIGERT, Leipzig.

HINSHELWOOD, C. N., **Reaktionskinetik gasförmiger Systeme.** Übersetzt und erweitert von ERICH PIETSCH und GERTRUD WILCKE. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1928. XII, 246 S. und 12 Abbild. 15×23 cm. Preis geh. RM 15.—, geb. RM 16.—.

Das Problem der Geschwindigkeit der chemischen Reaktionen ist wohl das ungeklärteste im ganzen Gebiet der physikalischen Chemie, und alle Fortschritte der Forschung auf dem Gebiete des Baus von Atomen und Molekeln geben uns heute noch nicht andeutungsweise eine Antwort auf die Frage, warum etwa das Fluor

sich so schnell mit Wasserstoff vereinigt, daß es bisher noch nicht gelungen ist, die Gase auch nur für kurze Augenblicke ohne Umsetzung miteinander zu vermischen, während der Sauerstoff dem Wasserstoff gegenüber so träge ist, daß ihre Mischung beliebig lange unverändert gehalten werden kann. Wir hoffen, durch Messung der Geschwindigkeit langsam verlaufender Reaktionen diesen Fragen allmählich näherzukommen, zunächst in dem Sinne, daß der Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit — der Änderung der Konzentration der reagierenden Stoffe je Zeiteinheit — mit eben diesen Konzentrationen rein formal mathematisch beschrieben wird; nächstdem, daß wir aus den so erkannten Zusammenhängen Schlüsse ziehen auf den „Mechanismus" des Vorgangs, auf den Weg, der die Ausgangsstoffe in die Endprodukte überführt, und der nur in seltenen Fällen identisch ist mit dem, den die chemische Bruttogleichung angibt; dann, daß wir versuchen eine Reihe hiermit zusammenhängender Fragen zu beantworten, die ich hier nicht einzeln aufzählen möchte; und endlich, daß wir versuchen die beobachtete Geschwindigkeit ihrem Absolutwert nach zu verstehen — vorläufig nur die jeder einzelnen Umsetzung, der Vergleich von einer zur anderen liegt noch im weiten Felde.

Es ist also ein langer Weg, der uns zunächst einmal an die Vorstufe der oben aufgeworfenen Frage führt, und auch der ist keineswegs vollkommen zurückgelegt. Wir stehen durchaus noch in den ersten Stadien einer Lehre von der absoluten Größe der Reaktionsgeschwindigkeit.

Die einfachsten Verhältnisse sollten hier die Gasreaktionen zeigen; im Gasraum sind die Molekeln nicht allzu dicht gepackt, die kinetische Theorie beschreibt ihr Verhalten sehr befriedigend, und so liefern die gasförmigen Systeme die übersichtlichsten Grundlagen für die chemische Kinetik. Freilich mit erheblicher Einschränkung. Die meisten Umsetzungen zwischen Gasen verlaufen nicht im Gasraum, sondern an den Gefäßwänden, und das gibt natürlich Komplikationen, die den Überblick stark erschweren. Aber diese Einschränkungen ermöglichen es andererseits, daß in einem Buch mäßigen Umfangs bei vernünftiger Einteilung alles gesagt werden kann, was wir über die Reaktionsgeschwindigkeit in gasförmigen Systemen wissen.

Das geschieht nun in diesem Buche von Hinshelwood in sehr erfreulicher Weise. Es ist für den reiferen Studenten geschrieben — es gibt z. B. eine Einführung in die für das Gebiet wichtigsten Begriffe der kinetischen Gastheorie — aber es bringt andererseits eine vortreffliche Übersicht über den heutigen Stand der Lehre von der Reaktionsgeschwindigkeit, so daß es auch dem physikalisch-chemischen Forscher wertvolle Dienste leisten kann, sogar dem Spezialisten des Gebiets, für den die handbuchmäßig vollständige Sammlung der einschlägigen Arbeiten, welche die Übersetzer beigefügt haben, eine wesentliche Hilfe bei seinen Arbeiten bedeutet.

So darf das Buch als wertvolle Bereicherung der Fachliteratur begrüßt werden, und wir sind dem Verlag und den Übersetzern zu Dank verpflichtet, daß sie es uns in unserer Sprache zugänglich gemacht haben, in der eine solche Zusammenfassung bisher fehlte.

Max Bodenstein, Berlin.

PETTERSSON, HANS, **Künstliche Verwandlung der Elemente (Zertrümmerung der Atome).** Aus dem Schwedischen übersetzt von Elisabeth Kirsch. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1929. VIII, 151 S. und 59 Abbild. Preis geh. RM 8.—, geb. RM 9.—.

Als Seitenstück zu dem vom gleichen Verfasser gemeinsam mit seinem Mitarbeiter G. Kirsch herausgegebenen Buche „Atomzertrümmerung" (Akad. Verl.-Ges.), das für Leser vom Fach bestimmt war, wird im vorliegenden Werke derselbe Gegenstand in leichter verständlicher Darstellung behandelt; das Buch wendet sich also an den großen Leserkreis der wissenschaftlich interessierten Nichtfachleute. War im ersten Falle für die Bewertung maßgebend die wissenschaftlich einwandfreie, umfassende und objektive Darstellung dieses erst im Werden begriffenen und bezüglich der Methoden und Ergebnisse nicht widerspruchsfreien Forschungsgebietes, so muß hier das Hauptgewicht bei der Beurteilung des Buches auf die Gemeinverständlichkeit der Darstellung gelegt werden. Soweit der Referent in der Lage ist, diesbezüglich ein Urteil abgeben zu können, scheint ihm dieses Ziel trotz der Schwierigkeit der Materie erreicht worden zu sein. Der beste Wertmesser wird natürlich nicht das Urteil eines Referenten, sondern ein großer Absatz sein, der wegen des gewiß außerordentlichen Interesses, das dem Gegenstand zukommt, kaum ausbleiben wird; zumal er von einer so unbestreitbaren Autorität behandelt wird, wie sie der Verfasser auf diesem unendlich mühevollen Experimentalgebiet darstellt.

Nach einer Einführung in die für das weitere Verständnis unerläßlichen Tatsachen der Radioaktivität werden im 2. Kapitel die Methodik und die Ergebnisse der Versuche über die Atomzertrümmerung durch Beschießung mit α-Teilchen behandelt. Daran schließt unter der Überschrift „ein modernes alchimistisches Laboratorium" ein Abschnitt, der in sehr instruktiver Weise dem Leser die Hilfsmittel mit all der mühseligen und zeitraubenden Nebenarbeit begreiflich macht, die bei der Vorbereitung und Durchführung der Versuche unerläßlich ist. Die zwei letzten Kapitel befassen sich mit jenen Hypothesen, die bezüglich der Struktur der Atomkerne an die Versuchsergebnisse der Atomkernforschung geknüpft wurden, und die in allerdings sehr kühner Extrapolation auch auf die Umwandlung der Materie im Innern der Sterne übergreifen. Hervorheben möchte der Referent, daß seiner Meinung nach das Hauptziel eines solchen Buches, das ist die Vermittlung eines überschätzungsfreien Vertrauens zum Experiment, mindestens ernsthaft angestrebt ist. Voll erreicht wird dieses Ziel wohl nie werden, denn die Einstellung zum Experiment ist Temperamentsache und zeitigt selbst unter den Fachleuten die größten, meist schädlichen Extreme. Die Übersetzung in ein fließend schönes Deutsch muß lobenswert erwähnt werden. Die Ausstattung des Buches ist, wie bei einem Verlag wie W. de Gruyter nicht anders zu erwarten, vorzüglich.

K. W. F. Kohlrausch, Graz.

HÄGGLUND, ERIK, **Holzchemie.** Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1928. VIII, 275 S. und 33 Abbild. 16×23 cm. Preis geh. RM 18.—, geb. RM 20.—.

Der Verfasser hält, was man von ihm erwartet. Einleitende Kapitel bringen das Wichtigste über die Struktur und die physikalischen Eigenschaften des Holzes, den Hauptinhalt bildet die chemische Darstellung der Holzbestandteile, die technische Aufschlußmethodik wird mit der durch reiche persönliche Erfahrung gesicherten Sachkenntnis dargestellt. Überaus erfreulich ist, daß die Einstellung des Verfassers als Organiker scharf zutage tritt, nicht ein unklares Verhältnis zu physikalisch-chemischen (kolloidchemischen) oder gar physikalischen Fragen durch unsaubere Behandlung dieser

Dinge den Leser dauernd verdrießt. Das Buch ist, trotzdem die meisten Teile da und dort, auch in Monographien, schon von anderer Seite bearbeitet vorliegen, durch die Individualität des Verfassers stets interessant. Die Bedeutung des Gegenstandes — des heute vielleicht am meisten bearbeiteten Kapitels der organischen Chemie — sichert ihm das allgemeine Interesse.

R. O. Herzog, Berlin-Dahlem.

FALCK †, A., **Die offizinellen Drogen und ihre Ersatzstoffe.** Fertiggestellt und herausgegeben von M. Baur, Kiel. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1928. 349 S. Preis geb. RM 27.—.

Das Buch ist zu verstehen als Vorarbeit für eine einstige Pharmakopöe der Welt. Der frühere Kieler Pharmakologe Falck hat darin sämtliche in den Kulturländern offizinellen Drogen zusammengestellt, dabei bei jeder einzelnen die Länder angegeben, deren Arzneibücher die Droge führen, sowie die jeweilige Bezeichnung in der betreffenden Landes- oder Apothekersprache. Das Werk ist ein Nachschlagebuch für Spezialisten.

W. Heubner, Göttingen.

SMITH-HABER, **Praktische Übungen zur Einführung in die Chemie.** Unter Mitarbeit von W. Feitknecht und H. W. Kohlschütter, neu herausgegeben von V. Kohlschütter. 3. Auflage. Karlsruhe: G. Braun 1928. XII, 132 S. mit Abbildungen. 14×21 cm. Preis geh. RM 5.—, geb. RM 5.60.

Als F. Haber vor fast 25 Jahren dies Werk in deutscher Sprache herausgab, war es seine Absicht, einem in den Vereinigten Staaten erfolgreich verwendeten Verfahren für den Anfängerunterricht in der Chemie auch bei uns die Wege zu ebnen. Während nämlich die erste praktische Ausbildung des jungen Chemikers in Deutschland ganz vorwiegend auf analytischer Grundlage erfolgt, wird der Student in den amerikanischen Laboratorien zuerst mit Übungen beschäftigt, die ihm einen Teil des in der Anfangsvorlesung gebotenen Lehrstoffes nochmals in einfachen, zum Teil quantitativen Versuchen im wahren Wortsinne „durch die Hände gehen lassen". — In dem Vorwort der neuen Bearbeitung jenes Werkes schreibt V. Kohlschütter: „Das große Interesse, dem die Smith-Habersche Anleitung begegnete, hat nicht vorgehalten, denn sie ist seit Jahren aus dem Buchhandel verschwunden und nicht durch ein ähnliches Werk ersetzt worden. Die Gründe dafür sind anderswo zu suchen als in der Unzweckmäßigkeit der Methode, die den ‚Praktischen Übungen' zugrunde lag." Leider ist hieraus nicht zu erkennen, welche Gründe der dauernden Anwendung dieser Lehrmethode entgegenstanden. Da Kohlschütter selbst diesen Unterrichtsgang, also die Vorbereitung der in ihrer Bedeutung voll anerkannten analytischen Arbeit durch physikalische und präparative „allgemeine" Übungen dem bei uns sonst üblichen für überlegen hält, so hofft er, durch die neue Bearbeitung, die sich nur in Einzelheiten von dem Smith-Haberschen Werk unterscheidet, diesem Prinzip des Anfängerunterrichtes neue Freunde zu gewinnen.

Der eingeschlagene Weg wird durch die folgenden Kapitelüberschriften gekennzeichnet: Chemisches Handwerkszeug — Kennzeichen chemischer Vorgänge — Sauerstoff — Wasserstoff — Wasser, Lösungen, Hydrate — Äquivalent-, Atom-, Molekulargewicht und Wertigkeit — Chlor und Chlorwasserstoff — Brom, Jod, Fluor und ihre Wasserstoffverbindungen — Sauerstoffverbindungen der Halogene — Ionenlehre — Schwefel — Luft, Stickstoff, Ammoniak — Oxyde und Sauerstoffsäuren des Stickstoffs — Phosphor — Kohlenstoff — Messung der Säurestärke auf chemischem Wege — Bor und Silicium — Formen der Abscheidung aus Lösung (Kolloide) — Alkalimetalle — Erdalkalimetalle — Aluminium — Kupfer und Silber — Zink und Quecksilber — Zinn und Blei — Arsen und Antimon — Chrom und Mangan — Eisen.

Die Versuche sind didaktisch geschickt ausgewählt und lassen sich mit den einfachsten Hilfsmitteln ausführen. Daß man brauchbare und vorzügliche Chemiker nach den bei uns üblichen Lehrmethoden ausbilden kann, hat die Erfahrung langer Jahre reichlich bewiesen; wem sich aber die zweifellos vielfach vorhandene Kluft zwischen der Vorlesung und dem Praktikum fühlbar macht, der möge versuchen, an Hand dieses Werkes seine Erfolge zu verbessern. Besonders geeignet scheint dieser Weg für Physiker, Geologen, Lehramtskandidaten usw., bei denen es weniger auf Beherrschung der analytischen Hilfsmittel als auf Einführung in die chemische Denk- und Arbeitsweise ankommt.

I. Koppel, Berlin.

KEMPF, RICHARD, und FRITZ KUTTER, **Schmelzpunktstabellen zur organischen Molekularanalyse** nebst einer Einführung. Mit einem Geleitwort von H. Staudinger. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn 1928. XVI, 58 und 767 S., 5 Abb. und 4 Fluchtlinientafeln. 14 × 20 cm. Preis geh. RM 64.—, geb. RM 68.—.

Die vor 15 Jahren von Kempf herausgegebenen „Tabellen der wichtigsten organischen Verbindungen" haben in der jetzigen zweiten Auflage unter neuem Titel an Umfang und Inhalt zugenommen. Die Zahl der Verbindungen, welche nach Schmelzpunkten geordnet mit Brutto- und Konstitutionsformeln, einigen Angaben über Siedepunkt, Farbe, Krystallform und wichtigsten Literaturzitaten versehen tabellarisch abgehandelt werden, ist von schätzungsweise 2500 in der ersten Auflage nunmehr auf weit mehr als das Doppelte angewachsen. Ganz neu hinzugekommen sind u. a. besondere Übersichtstafeln über die Schmelzpunkte charakteristischer Derivate verschiedener grundsätzlich wichtiger Körperklassen; ferner Siedepunktstabellen für einige Hundert wichtige Verbindungen; schließlich ausführliche Darlegungen über Hilfsmittel für die Korrektur physikalischer Konstanten.

Die Verfasser geben dem Werk in seiner gegenwärtigen Gestalt eine ausführliche programmatische Einleitung und Einkleidung mit auf den Weg, in welcher sie die Bedeutung der Bestimmung physikalischer Konstanten als Hilfsmittel der „Molekularanalyse" hervorheben. Hierunter verstehen sie als Abgrenzung gegen die Elementaranalyse und gegen die Strukturanalyse (Konstitutionsermittelung) die Bestimmung derjenigen physikalischen Eigenschaften einer Substanz, welche — wie die Verfasser sagen — über die Eigenschaften des Moleküls im ganzen unterrichten. Man mag Begriff und Wort „Molekularanalyse" beurteilen, wie man will — Schmelz- und Siedepunkt sind als fundamentale Kennzeichen definierter Substanzen so uralt, daß die Berechtigung und die Notwendigkeit des vorliegenden Tabellenwerkes auf der Hand liegt. Jeder der im Laboratorium organische Chemie betreibt, wird den Verfassern Dank wissen für die große Mühe und Sorgfalt, mit der sie ein ungeheures Tatsachenmaterial zusammengetragen und in übersichtlicher Form niedergelegt haben.

M. Bergmann, Dresden.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.